

Aus der Abteilung für Handchirurgie, Plastische Chirurgie und
Ästhetische Chirurgie

des Klinikums der Universität München (LMU)

Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. Riccardo E. Giunta

**Plastische Chirurgie in der interdisziplinären Zusammenarbeit –
Grenzen und Einflussfaktoren der Rekonstruktiven Mikrochirurgie**

Kumulative Habilitationsschrift

zur Erlangung der Venia Legendi

für das Fach Plastische und Ästhetische Chirurgie

vorgelegt von

Dr. med. Denis Christian Peter Ehrl

München 2019

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	4
2. Stand der Wissenschaft	8
3. Ziele der kumulativen Habilitationsarbeit	16
4. Synopsis der Einzelpublikationen	18
4.1 Präoperative Risikoanalyse	18
4.1.1 Einfluss des präoperativen Gesundheitszustandes auf freie mikrochirurgische Gewebetransplantationen	18
4.1.2 Analyse der Auswirkungen des Zigarettenabusus auf freie mikrochirurgische Lappenplastiken	22
4.2 Perioperative Faktoren zur Steigerung der Verfahrenssicherheit	25
4.2.1 Einfluss von zwei an der Operation beteiligten erfahrenen Chirurgen auf das Endergebnis von mikrovaskulären Extremitäten Rekonstruktionen	25
4.2.2 Auswirkungen einer oder zwei venöser Anastomosen auf das Endergebnis von freien mikrochirurgischen Rekonstruktionen der oberen Extremität	29
4.2.3 Vergleich des Nutzens von einer oder zwei venösen Anastomosen bei mikrochirurgischen Rekonstruktionen der unteren Extremität	32
4.2.4 Einfluss der Dauer der intraoperativen Lappen-Ischämie auf das Ergebnis von mikrochirurgischen Defektrekonstruktionen	34
4.3 Interdisziplinäre Einsatzmöglichkeiten freier mikrochirurgischer Lappenplastiken	37
4.3.1 Mikrochirurgische Rekonstruktion der ästhetischen Einheit Stirn	37

4.3.2	Einsatzmöglichkeiten der freien, flächenvergrößerten M. gracilis-Lappenplastik zur mikrochirurgischen Rekonstruktion im Bereich der unteren Extremität	40
4.3.3	Funktionelle Endergebnisse der freien Antero-lateralen Oberschenkel (ALT)-Lappenplastik zur Achillessehnen Rekonstruktion	43
4.4	Stellenwert der Plastischen Chirurgie in der interdisziplinären Zusammenarbeit	48
4.4.1	Interdisziplinäre Plastische Chirurgie – Chancen, Voraussetzungen und Hemmnisse der Rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Klinikum der Maximalversorgung	48
5.	Ausblick	54
6.	Literaturverzeichnis	56
7.	Verzeichnis der dieser kumulativen Habilitationsschrift zugrundeliegenden Originalarbeiten	62
8.	Danksagung	64
9.	Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen	65

1. Zusammenfassung

Freie mikrochirurgische Gewebetransfers haben seit den frühen 1970er Jahren die Plastische Chirurgie revolutioniert. Seither etabliert sich die mikrovaskuläre Gewebetransplantation zunehmend in verschiedenen medizinischen Fachbereichen. So werden vor allem nach ausgedehnten Traumata, tiefgreifenden Infektionen sowie Tumorentfernungen mikrovaskuläre Defektdeckungen in der interdisziplinären Zusammenarbeit durchgeführt. Gerade in Zeiten von steigendem finanziellen Kostendruck in der Medizin, wird die interdisziplinäre Zusammenarbeit von spezialisierten Fachbereichen zunehmend bedeutsam, um für den Patienten ein optimales Therapieregime und eine Maximalversorgung zu ermöglichen.

Aufgrund des demographischen Wandels sowie des steigenden Wohlstandes der Gesellschaft, beeinflussen auch Patientenrisikofaktoren wie etwa Verhaltensweisen, Vorerkrankungen oder reduziertes Allgemeinbefinden das Ergebnis von Operationen potentiell negativ. Speziell in diesem Patientenkollektiv sind jedoch mikrochirurgische Rekonstruktionen zunehmend nötig. Diese Arbeit konnte zeigen, dass freie mikrochirurgische Lappenplastiken bei signifikant vorerkrankten Patienten nicht mit einem höheren Komplikationsrisiko verbunden sind und daher durchgeführt werden sollten. Jedoch sollte speziell bei diesen Patienten die rekonstruktive Leiter nicht in ihrer ursprünglichen Form als zeitlich aufeinander folgende operative Therapieoption verstanden werden, die ausschließlich beim Scheitern des jeweils einfacheren Verfahrens zum Einsatz kommt. Diese sukzessive Anwendung führt zu unnötigen, monatelangen Krankenhausaufenthalten für Patienten, mit verspätenden Zuweisungen in die Plastische Chirurgie und zusätzlichen Kosten für das Gesundheitssystem. Eine zeitgemäße Auswahl der verschiedenen rekonstruktiven Therapieoptionen und Lappenplastiken sollte primär individuell für den Patienten in Anhängigkeit von der Art des Defektes und der Gegebenheiten unter Einbeziehung des gesamten Behandlungsspektrums der plastischen Chirurgie erfolgen. Eine

zeitgemäße Darstellung der rekonstruktiven Therapieoptionen ist dabei das „Rekonstruktive Rad“ [30] oder der „Rekonstruktive Aufzug“ [39, 69]. Häufig ist primär eine freie Lappenplastik die zuverlässigste und am besten geeignete operative Therapieansatz, um einen kurzen stationären Aufenthalt sowie eine suffiziente und erfolgreiche Wiederherstellung für den Patienten zu erreichen. Eine frühzeitige Zuführung in eine Klinik für Plastische Chirurgie ist daher dem aktuellen medizinischen Standard entsprechend. Jedoch haben auch freie Lappenplastiken Risikofaktoren, die kritisch bedacht werden sollten: Die Auswertung möglicher verhaltensbedingter Risikofaktoren im Rahmen der vorliegenden Arbeit zeigte, dass bei Patienten mit aktivem Zigaretten Abusus ein nicht signifikant erhöhtes Risiko für das Auftreten von Komplikationen nach freien Lappenplastiken besteht. Daher ist eine mikrochirurgische Defektdeckung bei Patienten mit aktiven Zigaretten Abusus jederzeit möglich. Dennoch sollten diese Patienten detailliert über das mit dem Rauchen einhergehende Gesundheitsrisiko sowie das chirurgische Komplikationsrisiko aufgeklärt und dazu ermutigt werden, das Zigaretten rauchen umgehend aufzugeben oder wenigstens zu reduzieren.

Derzeit treten bei 5 – 10% der freien mikrovaskulären Lappenplastiken Komplikationen auf. Diese beinhalten vor allem Thrombosen der venösen sowie arteriellen Gefäße. Bei Auftreten einer Thrombose kann es trotz operativer Revision zu einem teilweisen oder kompletten Verlust der Lappenplastik kommen. Daher untersucht die vorliegende Arbeit, ob bei mikrovaskulären Rekonstruktionen im Bereich der Extremitäten die Anzahl der venösen Anastomosen einen Einfluss auf das postoperative Ergebnis sowie das Auftreten von Komplikationen hat. Die Auswertungen zeigten, dass weder im Bereich der oberen noch der unteren Extremität die Durchführung einer zweiten venösen Anastomose eine venöse Thrombose verhindern, jedoch potentiell verzögern und somit die Verfahrenssicherheit steigern kann. Aus diesen Gründen sollte, wann immer möglich, eine zweite venöse Anastomose erfolgen. Um mögliche Komplikationen zusätzlich zu vermeiden, wurde ausgewertet, ob die Länge der intraoperativen Lappenischämie das postoperative Ergebnis

beeinflusst. Es konnte gezeigt werden, dass eine intraoperative Ischämie von über 60 Minuten nicht überschritten werden sollte, da dies zu einer signifikant erhöhten Komplikationsrate führt. Es ist davon auszugehen, dass ab dieser Zeit irreversible Veränderungen innerhalb des transplantierten Gewebes auftreten. Zusätzlich wurde in Zusammenhang mit der Verfahrenssicherheit untersucht, ob die Zusammensetzung des mikrochirurgischen Operationsteams bei Rekonstruktionen im Bereich der Extremitäten einen Einfluss auf das Ergebnis der mikrochirurgischen Lappenplastik hat. Hierbei konnte gezeigt werden, dass ein erfahrener Mikrochirurg in Kombination mit mindestens einem Assistenzarzt für eine freie Lappenplastik zur Defektdeckung im Bereich der Extremitäten ausreichend ist, um eine suffiziente Verfahrenssicherheit sowie entsprechende wirtschaftliche Effektivität zu gewährleisten. Kritisch ist jedoch dazu anzumerken, dass ein chirurgisches Team bestehend aus zwei erfahrenen Plastischen Chirurgen nicht zur signifikanten Reduktion der Operationszeiten, auftretenden Komplikationen und Kosten führt.

Um einen repräsentativen Ausschnitt der möglichen mikrochirurgischen Defektrekonstruktionen in der interdisziplinären Zusammenarbeit zu demonstrieren, stellen die aufgeführten Arbeiten speziell nach primär orthopädischer Achillessehnen-Ruptur, kutaner dermatologischer und neurochirurgischer Tumor-Resektion im Kopf-Stirn-Bereich und unfallchirurgischen Traumata im Bereich der oberen sowie unteren Extremität unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten dar. Dadurch wird gezeigt, welche Möglichkeiten sich in der interdisziplinären Therapie für die verschiedensten Fachbereiche neu ergeben und wie deren Ergebnisse aussehen können. Trotz des großen Fortschrittes der rekonstruktiven Mikrochirurgie ist diese bisher nicht sämtlichen Fachbereichen zugänglich. Zudem ist zahlreichen ärztlichen Kollegen nicht bewusst, dass diese Form der Defektrekonstruktion existiert.

Abschließend wurde der Stellenwert, die Voraussetzungen, aber auch die Hindernisse der Plastischen Chirurgie in der interdisziplinären Zusammenarbeit analysiert. Die

interdisziplinäre Plastische Chirurgie hat einen zentralen Stellenwert bei der Behandlung von komplexen chirurgischen Defektrekonstruktionen und leistet einen großen Beitrag in der Behandlung von Komplikationen anderer Fachgebiete. Gleichzeitig erfordert interdisziplinäre Plastische Chirurgie eine angemessene Infrastruktur, um im Sinne einer Maximaltherapie komplexe Fälle unter Verwendung von freien Lappenplastiken suffizient behandeln zu können. Neben den Ressourcen, die für komplizierte und aufwendige mikrochirurgische Operationen selbst notwendig sind, ist für mögliche postoperative Perfusionsstörungen eine durchgehende Revisionsbereitschaft vorzuhalten und zusätzlich eine adäquate Infrastruktur für die konsequente sowie kontinuierliche postoperative Behandlung essentiell. Diese Therapieoption jedoch ein hilfreiches Instrument und sollte noch stärker in die interdisziplinäre Zusammenarbeit implementiert werden.

2. Stand der Wissenschaft

Rekonstruktive Chirurgie und mikrovaskuläre Gewebetransplantation

Ziel der Plastischen Chirurgie ist die Wiederherstellung der Integrität verloren gegangener Funktionen des Körpers. Die Rekonstruktion von Körperteilen wurde erstmalig vor über 2000 Jahren in Indien anhand einer Nasenrekonstruktion beschrieben [89] und ist somit einer der ältesten Bereiche der Chirurgie überhaupt. Bereits vor über 400 Jahren verfasste Gaspare Tagliacozzi sein erstes Handbuch über plastisch-chirurgische Operationstechniken [99]. Heute ist die rekonstruktive Chirurgie neben der Verbrennungs-, Hand- und Ästhetischen Chirurgie, eine der vier zentralen Säulen der Plastischen Chirurgie [21].

Weichteildefekte mit daraus resultierenden Funktionsverlust entstehen aus den verschiedensten Gründen und treten in allen Altersklassen sowie sozialen Schichten auf [80]. Die häufigsten Ursachen für Gewebedefekte sind Traumata, Infektionen und Tumorerkrankungen [80]. Eine Gewebe-Defektdeckung kann durch eine Vielzahl verschiedener Techniken erfolgen. Die rekonstruktive Leiter bildet dabei unterschiedliche Methoden mit zunehmender Invasivität ab [56]. Diese Techniken haben jeweils verschiedene Vor- und Nachteile sowie ihre Grenzen [56]. Um der zunehmenden Komplexität der Weichteildefekte sowie der daraus resultierenden Funktionsverluste gerecht zu werden, wurde diese mehrfach modifiziert und den aktuellen technischen Möglichkeiten sowie Bedürfnissen angepasst [56]. (Abb. 1)

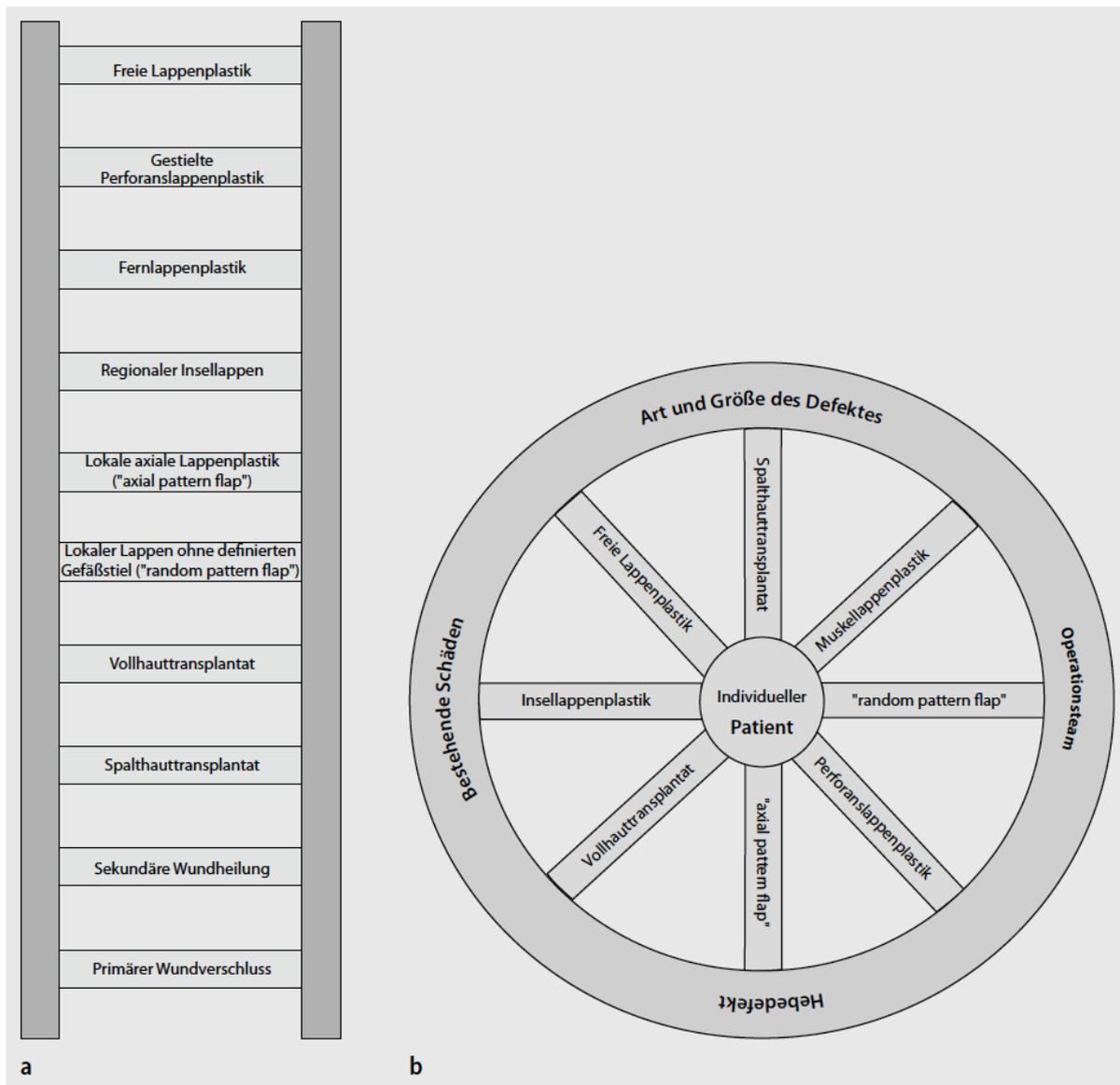


Abb. 1: Modifizierte rekonstruktive Leiter der Weichteildefektdeckung nach Gottlieb LJ und Krieger LM, 1993 [39, 56] und „Rekonstruktives Rad“ nach Giunta RE, 2012, mit dem Konzept der primären Auswahl der am besten individuell für den Patienten geeigneten Lappenplastik. Dies ist oft auch primär die freie mikrovaskuläre Lappenplastik [30].

Die unterste und einfachste Stufe der rekonstruktiven Leiter nimmt der primäre Wundverschluss ein [56]. Hauptnachteil dieser Technik ist die eingeschränkte Durchführbarkeit bei größeren sowie unterminierenden Defekten. So können beispielsweise im Bereich der Stirn sowie des Skalps aufgrund der Rigidität der Haut nur Defekte von einer Breite bis zu 3 cm primär verschlossen werden [6, 101]. In verschiedenen Körperregionen sowie mit zunehmendem Lebensalter und abnehmender Hautelastizität können auch

ausgedehntere Defekte per Direktnaht verschlossen werden. In diesem Falle sollte jedoch zwingend ein spannungsfreier Wundverschluss erfolgen, um mögliche Komplikationen wie etwa eine Wundheilungsstörung zu vermeiden [6, 101].

Die nächste Stufe bzw. Methode, soweit durch die lokalen Verhältnisse möglich, ist die sekundäre Wundheilung [50]. Diese geht teilweise mit einem prolongierten Heilungsverlauf, instabilen Narbenverhältnissen sowie überschießender Narbenbildung einher [50]. Aber speziell in gut perfundierten Regionen wie dem Gesicht [49] sowie bei suffizient bedecktem bradytrophem Gewebe-Arealen wie dem Anorektal Bereich, etwa nach Sinus pilonidalis Exzisionen [57], kann diese Form der Defektheilung eine adäquate Technik darstellen.

Die nächste, weiter schwierigere Stufe der rekonstruktiven Leiter ist die Hautverpflanzung [56]. Dabei unterscheidet man prinzipiell zwischen Spalthaut- und Vollhaut-

Transplantationen. Voraussetzung für diese Technik ist ein gut vaskularisierter und infektionsfreier Wundgrundgrund [19, 105]. Da die transplantierte Haut nicht selbst über eine intrinsische Blutversorgung verfügt, ist das Transplantat in den ersten Tagen nach der Operation auf die Diffusion von Nährstoffen aus dem Wundgrund angewiesen, die eine sekundäre Angiogenese induzieren [19, 105]. Auch Hauttransplantationen benötigen die Fachkenntnis eines Plastischen Chirurgen.

Vor allem wenn gering perfundierte, bradytrophe oder funktionelle Strukturen wie Sehnen, Knochen, Nerven oder Gefäße direkt freiliegen, sind die genannten Optionen kaum geeignet um eine suffiziente Defektdeckung zu erzielen [56]. In diesen Fällen ist zumeist eine Lappenplastik mit eigener Vaskularisation nötig.

Prinzipiell unterscheidet man dabei zwei Typen der Lappenplastiken. Einerseits Lappenplastiken mit zufälliger Durchblutung sog. „Random Pattern Flap“; hierbei wird die Lappenplastik durch Gefäße aus dem subdermalen Plexus gespeist [17]. Dieser ist aufgrund seiner sehr beschränkten Geometrie nur für wenige Indikationen einsetzbar [17]. In der Regel ist dabei eine Länge-zu Breite Verhältnis von 2:1 einzuhalten [32, 35]. Andererseits Lappenplastiken die definierte arterielle sowie venöse Blutversorgung nutzen, sog. „Axial Pattern Flaps“, die für die Perfusion dieses Hautareals verantwortlich sind [18]. Der „Axial

Pattern Flap“ ist dadurch deutlich flexibler in seiner Anwendbarkeit [78, 111], ist nicht an das Länge-zu-Breite-Verhältnis von 2:1 gebunden und hat einen größeren Schwenkradius [31, 32, 34, 35]. Jedoch ist der Hauptnachteil der beiden lokalen Lappenplastiken, dass lediglich direkt an die Spenderzone angrenzende Defekte gedeckt werden können [32, 35, 78, 111]. Durch eine langstreckige Präparation des Gefäßstiels des „Axial Pattern Flap“ können sog. gefäßgestielte Lappenplastiken auch größere Distanzen zwischen Hebestelle und Weichteildefekt überbrücken [34, 109]. Die Distanz beschränkt sich meist dennoch auf einige Zentimeter [34, 109]. Lappenplastiken dieser Art erfordern bereits mikrochirurgische Expertise in der Präparation und eine Facharztweiterbildung in Plastischer Chirurgie. Bis in die frühen 1970er Jahre waren diese beiden Techniken der gestielten Lappenplastiken die einzige Möglichkeit, von der Hebestelle entfernte komplexe Weichteildefekte zu decken.

In den frühen 1970er Jahren wurde durch die Einführung des freien mikrochirurgischen Gewebetransfers die Plastische Chirurgie revolutioniert [100]. Durch mikrovaskuläre Gewebetransplantationen sind seither einzeitige Defektdeckungen durchführbar, die zuvor undenkbar bzw. nicht möglich waren [75, 100]. Um eine freie, mikrochirurgischen Lappenplastik durchführen zu können, müssen jedoch verschiedene Voraussetzungen erfüllt sein. Das Gewebe des Transplantates muss ein geeignetes Durchblutungsmuster („axial pattern“) sowie einen ausreichend langen und kaliberstarken Gefäßstiel (Innendurchmesser: $\geq 1\text{mm}$), bestehend aus mindestens einer Arterie sowie einer Vene, aufweisen [16, 31, 34, 75, 100]. Zusätzlich muss im Empfängergebiet, angrenzend an den Weichteildefekt, ein ausreichend kaliberstarkes, suffizient perfundiertes ortsständiges arterielles sowie venöses Gefäß für den mikrovaskulären Gefäßanschluss verfügbar sein [16, 75, 100]. Der Anschluss des freien mikrovaskulären Gewebetransplantates erfolgt unter Verwendung des Operationsmikroskops [16, 75, 100]. (Abb. 2) Die kontinuierlichen Verbesserung der mikrochirurgischen Instrumente, der Operationsmikroskope, der anatomischen Kenntnisse und der technischen Fähigkeiten mikrochirurgisch tätiger Plastischer Chirurgen, steigerte die Erfolgsrate freier Gewebetransplantationen auf bis zu 95% [24]. Aus diesem Grund hat sich

die mikrochirurgische Gewebetransplantation in zahlreichen anderen medizinischen Fachbereichen etabliert. So werden vor allem nach ausgedehntem Trauma, tiefgreifenden Infektionen sowie Tumorresektionen, mikrovaskuläre Defektdeckungen in interdisziplinärer Zusammenarbeit durchgeführt.

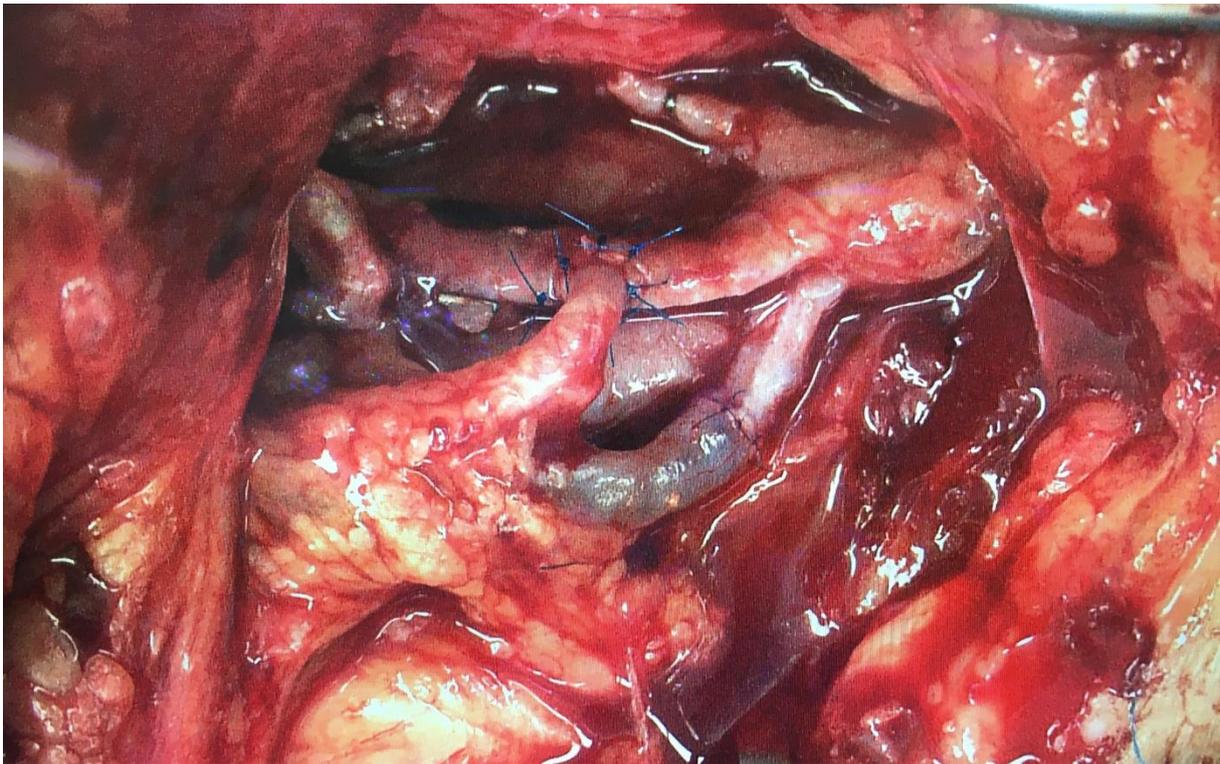


Abb. 2: Intraoperatives Bild durch das Operationsmikroskop nach mikrochirurgischer Naht der arteriellen Anastomose in End-zu-Seit sowie der venösen Anastomose in End-zu-End Technik.

Die Schnittstellen der Plastischen Chirurgie mit den meisten anderen medizinischen Fächern sind vielschichtig und bieten für die zukunftsorientierte Medizinentwicklung mit individuell ganzheitlicher Behandlung ein großes Entwicklungspotential. In Zeiten von steigendem ökonomischem Druck in der heutigen Medizin, wird die interdisziplinäre Zusammenarbeit von spezialisierten Fachbereichen zunehmend bedeutsam, um für den Patienten ein optimales Therapieregime zu ermöglichen. Der zunehmende Bedarf an plastisch-chirurgischer Expertise ist auch am kontinuierlichen Anstieg der Anzahl an Fachärzten für Plastische und Ästhetische Chirurgie zu erkennen [36]. Im Jahr 1993 wurde die Plastische Chirurgie ein

eigenständiges Fachgebiet [36]. Drei Jahre später gab es in Deutschland etwa 200 Fachärzte für Chirurgie mit der Teilgebietsbezeichnung Plastische Chirurgie [36]. Die Anzahl stieg seit der Einführung des eigenen Facharztes für Plastische und Ästhetische Chirurgie auf 692 im Jahre 2007 an [36]. 2016 hat sich schließlich die Zahl der berufstätigen Plastischen und Ästhetischen Chirurgen auf 1171 weiter erhöht [37, 60]. Damit kam es innerhalb von 13 Jahren zu einer Versechsfachung an Plastischen und Ästhetischen Chirurgen in Deutschland. Diese positive Entwicklung ist in Kooperation mit den „großen“ chirurgischen Fachgebieten wie der Viszeral- sowie Unfallchirurgie möglich [33]. Die Plastische Chirurgie hat sich somit in den vergangenen knapp 26 Jahren ihre eigene Identität sowie den Stellenwert in der interdisziplinären Zusammenarbeit erarbeitet [33, 91] und ist mittlerweile auf Augenhöhe zu allen anderen Fachgebieten der Chirurgie. Die steigenden Erfordernisse der Plastischen Chirurgie speziell in der interdisziplinären Zusammenarbeit ist auch an dem Anstieg der Plastisch Chirurgischen Zentren an den 35 Universitätskliniken in Deutschland sichtbar. So gab es im Jahre 2008 nur an 51,4% (n = 18) der Universitätskliniken ein plastisches Zentrum. 2018 gibt es an 68,6% (n = 24) der Universitätskliniken ein Plastisch Chirurgischen Zentrum und 11,4% (n = 4) weitere Universitätskliniken haben einen Plastisch Chirurgischen Konsiliardienst. Dennoch haben 20,0% (n = 7) der Universitätskliniken in Deutschland aktuell keinen unmittelbaren Zugang zur Plastischen Chirurgie. Dieser relativ hohe Anteil an Universitätskliniken ohne plastisch-chirurgischen Zugang verdeutlicht, dass speziell die akademische Plastische Chirurgie in Deutschland bedauerlicherweise immer noch unterrepräsentiert ist [33, 91].

Eine Studie von Pu und Miramenesh untersuchte in den USA den Stellenwert der Plastischen Chirurgie in der interdisziplinären Zusammenarbeit anhand plastisch-rekonstruktiver Maßnahmen sowie in Form eines Plastisch Chirurgischen Managements von Komplikationen, die durch andere Fachgebiete entstanden waren [83]. Die Autoren kommen, wie die vorliegende Studie, zu dem Schluss, dass komplexe Defektrekonstruktionen sowie die Behandlung von operativen Komplikationen nur in einer interdisziplinären

Zusammenarbeit behandelt werden können [83]. Dazu sollte an Kliniken der Maximalversorgung eine starke und eigenständige Plastische Chirurgie vorhanden sein [83]. Hauptschnittpunkte der Plastischen Chirurgie sind vor allem mit den Fachbereichen der Viszeral-, Unfall-, Gefäß-, Herz-, Neuro-, und Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie, der Gynäkologie, der Orthopädie sowie der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde gegeben.

Durch den demographischen Wandel mit zunehmender Alterung und steigendem Wohlstand der Gesellschaft, beeinflussen auch Patientenrisikofaktoren wie etwa Verhaltensweisen, Vorerkrankungen (periphere arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mellitus, Adipositas) oder reduzierter Allgemeinzustand, das Ergebnis von verschiedensten operativen Eingriffen potentiell negativ [70]. So steigt kontinuierlich die Prävalenz und Inzidenz von Tumorerkrankungen, Dekubitalulzera, diabetischem Fußsyndrom, peripheren arteriellen Verschlusskrankheiten (pAVK) und anderen Erkrankungen die eine rekonstruktive, oft auch freie mikrovaskuläre, plastisch-chirurgische Rekonstruktionen erforderlich machen [9]. Die Behandlungen dieser Erkrankungen sind jedoch nicht Bestandteil eines einzigen Fachgebietes, sondern erfordern ein umfassendes interdisziplinäres Vorgehen [9].

Aufgrund des zunehmenden Wissens über mögliche Risikofaktoren, der kontinuierlichen Verbesserung der technischen Gegebenheiten sowie des optimierten perioperativen Managements treten derzeit bei 5 – 35% der freien mikrovaskulären Lappenplastiken Komplikationen auf [24, 71]. Diese umfassen vor allem Thrombosen der arteriellen sowie venösen Spender- und Empfängergefäße [86, 104]. Bei Auftreten einer Thrombose kann es trotz frühzeitiger operativer Revision zu einem partiellen oder kompletten Verlust der mikrochirurgischen Lappenplastik kommen [86, 104]. In der Literatur werden speziell bei Patienten mit manifesten Vorerkrankungen wie etwa pAVK, nach mikrovaskulärer Defektrekonstruktion im Bereich der unteren Extremität, Totalverlusten von bis zu 25% und Teilverlusten von bis zu 36% angegeben [71]. Speziell bei solchen Patienten kann ein Scheitern der mikrovaskulären Rekonstruktion zu einer Amputation einer Extremität führen,

was eine signifikante Morbidität für den einzelnen Patienten und Belastung für das gesamte Gesundheitssystem bedeutet. Um diesem entgegen zu wirken, ist es von großer Bedeutung, Risikofaktoren für das Auftreten derartiger Komplikationen zu erfassen, und ein suffizientes perioperatives Management zu gewährleisten.

Teilverluste treten im Gegensatz zu den Totalverlusten teilweise auch bei durchgängigem Gefäßstiel im Bereich der Lappenspitze auf. Hauptursachen dafür sind neben einem falschen Lappendesign, in dem das versorgende Gefäß nicht zentral in die Lappenplastik integriert wird, vorbestehende Begleiterkrankungen wie etwa pAVK, arterieller Hypertonus oder Diabetes mellitus. Bei diesen Erkrankungen ist die Perfusion des Gewebes hauptsächlich im Mikrokapillarbereich kompromittiert [14]. Zusätzlich kann es durch die Ischämie und die anschließende Reperfusion aufgrund inflammatorischer Reaktionen zu einem Ischämie-/ Reperfusionsschaden kommen [43, 63, 74]. Dieser nimmt mit der Länge der Ischämiezeit zu [25].

3. Ziele der kumulativen Habilitationsarbeit

Zielsetzung der vorliegenden kumulativen Habilitationsschrift war es, einerseits patientenbezogene Risikofaktoren näher zu analysieren, die bisher kaum in Studien mit größeren Patientenkollektiven untersucht wurden [22, 24]. Anhand dessen sollen bereits präoperativ Patienten identifiziert werden, bei denen freie mikrochirurgische Gewebetransplantationen nur mit einem stark erhöhten Risiko durchgeführt werden können.

Neben der präoperativen Risikoanalyse spielen für den Erfolg von freien mikrovaskulären Defektdeckungen auch vielfältige intraoperative Faktoren eine entscheidende Rolle. Einige dieser intraoperativen Parameter sollen im Rahmen dieser kumulativen Habilitationsschrift weiter untersucht werden. So sind für den Erfolg von freien mikrochirurgischen Lappenplastiken neben den individuellen Fähigkeiten und der operativen Erfahrung des Mikrochirurgen, operationstechnische Details wie etwa die Durchführung von ein oder zwei venösen mikrochirurgischen Anastomosen in den verschiedenen Bereichen des menschlichen Körpers oder auch die Länge der intraoperativen Ischämiezeit der Lappenplastik von entscheidender Bedeutung. Die Arbeiten sollen Rückschlüsse ermöglichen, um die Verfahrenssicherheit der freien mikrochirurgischen Defektdeckung weiter zu steigern.

Andererseits soll gezeigt werden, für welche Fachbereiche der Medizin eine plastische Rekonstruktion durch eine freie mikrochirurgische Lappenplastik in der interdisziplinären Zusammenarbeit unter anderem sinnvoll genutzt werden kann, welche Möglichkeiten sich dadurch für die verschiedenen Fachbereiche zusätzlich ergeben und welche Ergebnisse erreicht werden können. Darüber hinaus soll dargestellt werden, worauf bei den verschiedenen Formen der Defektdeckung geachtet werden sollte. Denn trotz großer Fortschritte der rekonstruktiven Mikrochirurgie sind diese bisher nicht allen Fachbereichen zugänglich. Zudem ist vielen ärztlichen Kollegen nicht bekannt, dass diese Möglichkeit der einzeitigen Defektrekonstruktion besteht. Um dieses Wissen zu erweitern, wird im Speziellen

der interdisziplinäre Einsatz der mikrochirurgischen Defektrekonstruktion mit freien Lappenplastiken nach neurochirurgischer und/ oder dermatologischer Tumor-Resektion im Kopf-Stirn Bereich sowie nach unfallchirurgischen Traumata im Bereich der Extremitäten dargestellt. Zusätzlich wird eine Therapieoption der mikrochirurgischen Achillessehnen-Rekonstruktion nach komplizierter Achillessehnenverletzung und primärer erfolgloser lokaler Rekonstruktion dargestellt und deren Funktionalität untersucht.

Zusätzlich wird anhand der Analyse der mikrochirurgischen Lappenplastiken an einem Standort einer Abteilung für Plastische Chirurgie innerhalb eines Jahres, die Chancen, Voraussetzungen und Hindernisse der rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Universitätsklinikum der Maximalversorgung in der interdisziplinären Zusammenarbeit dargestellt.

4. Synopsis der Einzelpublikationen

4.1 Präoperative Risikoanalyse

4.1.1 Einfluss des präoperativen Gesundheitszustandes auf freie mikrochirurgische Gewebetransplantationen

Ehrl D, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.

Effect of Preoperative Medical Status on Microsurgical Free Flap Reconstructions: A Matched Cohort Analysis of 969 Cases. J Reconstr Microsurg. 2017 Oct 27. doi: 10.1055/s-0037-1607309

Hintergrund

Aufgrund der Komplexität und Länge mikrochirurgischer Defektrekonstruktionen sollten diese aufwendigen und kostenintensiven Operationen am besten bei jüngeren und/oder wenig vorerkrankten Patienten durchgeführt werden [9, 66]. Der Alltag zeigt jedoch, dass diese mikrovaskulären Defektrekonstruktionen vor allem bei Patienten mit fortgeschrittenen Lebensalter sowie relevanten Vorerkrankungen wie Tumorleiden, pAVK oder Diabetes mellitus durchgeführt werden [9].

Verschiedene Autoren konnten in der Vergangenheit bereits an großen Patientenkollektiven zeigen, dass mikrochirurgische Defektdeckungen auch bei alten sowie betagten Patienten problemlos und ohne ein signifikant erhöhtes Operationsrisiko durchgeführt werden können [47, 67]. Ob der allgemeine, medizinische präoperative Status des Patienten einen Einfluss auf das postoperative Ergebnis nach freier mikrochirurgischer Defektdeckung hat, wurde jedoch bisher nicht untersucht.

Patienten und Methoden

Der präoperative Status des Patienten wird in der Regel anhand der Klassifikation der American Society of Anesthesiologists (ASA Score) erhoben [58, 73, 92]. Dieser wurde von Rovenstein, Saklad, and Taylor im Jahre 1941 für die Abschätzung der Gesundheit des

Patienten in Bezug auf die geplante Operation eingeführt [58]. 1963, wurde der ASA Score schließlich angepasst und ist seither in dieser Form gültig. (Tab. 1) Zahlreiche Studien konnten bereits zeigen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem präoperativen ASA Score und der perioperativen Morbidität, Mortalität, Dauer der Operation, Länge der Hospitalisierung, postoperativen Komplikationen, Kosten für das Gesundheitssystem und einigen anderen Variablen besteht [58, 73, 79, 81, 82, 110]. Nur wenige Studien konnten keinen Zusammenhang nachweisen [8].

Innerhalb von 7 Jahren wurden an einem mikrochirurgischen Zentrum in Süddeutschland, bei 897 Patienten insgesamt 969 mikrochirurgische Defektrekonstruktionen vorgenommen. Retrospektiv wurde analysiert, ob ein Zusammenhang zwischen dem präoperativen ASA Score und den perioperativen Details sowie postoperativen Verlauf und Komplikationen besteht.

Dazu wurden die Patienten anhand ihres ASA Scores in eine Gruppe mit niedrigem Risiko (ASA I und II) sowie hohem Risiko (ASA III und IV) eingeteilt.

Tab. 1: Die Risikogruppen der ASA-Klassifikation und die assoziierte perioperative Mortalität in der Zeit bis zum 7. postoperativen Tag nach Marx et al. [76].

ASA	Eigenschaften	Mortalität
1	Normaler, gesunder Pat.	0,06%
2	Pat. mit geringer Systemerkr. ohne Leistungseinschränkung	0,47%
3	Pat. mit schwerer Systemerkr. und Leistungseinschränkung	4,39%
4	Pat. mit schwerster Systemerkr. und konst. Lebensbedrohung	23,48%
5	moribunder Pat., Tod innerh. von 24h mit/ohne OP zu erwarten	50,77%
6	Hirntoter Pat.	100%

Ergebnisse

Der Vergleich der Vorerkrankung der Patienten ergab erwartungsgemäß signifikant höhere Raten an Hypertonie, pAVK, Diabetes mellitus, Übergewicht und Nikotinabusus in der „Hochrisiko“ Gruppe ($p < 0,05$). (Tab. 2)

Tab. 2: Patienten Demographie in Bezug zum präoperativen Status, erhoben anhand der ASA Klassifikation.

Charakteristika	Niedriges Risiko	Hohes Risiko	p-Werte
Anzahl der Patienten (n)	566	331	
Männer	299 (52,8%)	189 (57,1%)	p = 0,215
Frauen	267 (47,2%)	142 (44,9%)	
Mittelwert Alter (y)	39	63	P = 0,000
Range Alter (y)	18 - 88	18 - 92	
SD (y)	15,2	15,5	
Begleiterkrankungen (n)			
Diabetes mellitus	50 (8,9%)	128 (38,7%)	p = 0,000
Hypertonie	115 (20,3%)	146 (41,1%)	p = 0,000
pAVK	13 (2,3%)	67 (20,2%)	p = 0,000
Mittelwert BMI	24,5	25,5	p = 0,061
Range BMI	17,3 - 41,9	15,6 - 42,2	
SD	5,53	8,72	
Nikotin Abusus (n)			
Nicht-Raucher	422 (74,6%)	261 (78,9%)	p = 0,145
Raucher	144 (25,4%)	70 (21,1%)	
ASA Score (n)			
ASA I	135 (15,1%)		
ASA II	430 (47,9%)		
ASA III		304 (33,9%)	
ASA IV		28 (3,1%)	

BMI: Body Mass Index; ASA: American Society of Anesthesiologists Klassifikation; pAVK: periphere arterielle Verschlusskrankung; SD: Standardabweichung, y: Jahre.

Die Auswertung zeigte bei vergleichbarer Gruppengröße der „Niedrigrisiko-“ (n = 566) vs. der „Hochrisiko-“ (n = 331) Gruppe, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Bezug auf operative oder medizinische Komplikationen, Dauer der Operation, Lappen Teil- oder Komplett-Verlusten, operativen Revisionsraten und Länge der Hospitalisierung nach mikrochirurgischer Rekonstruktion mittel freier Lappenplastik auftraten ($p > 0,05$). Somit ergab sich kein signifikanter Unterschied der Kosten für das Gesundheitssystem zwischen den beiden Gruppen. (Tab. 3)

Tab. 3: Postoperative Komplikationen in Zusammenhang mit dem präoperativ erhobenen der ASA Scores.

Charakteristika	Niedriges Risiko	Hohes Risiko	p-Werte
Major	130 (21,2%)	84 (23,7%)	p = 0,368
Komplettverluste	28 (4,6%)	21 (5,9%)	p = 0,354
Teilverluste > 10%	22 (3,6%)	8 (2,3%)	p = 0,250
Operative Revisionen	80 (13,0%)	55 (15,5%)	p = 0,286
Arterielle Thrombose	19 (3,1%)	14 (3,9%)	p = 0,634
Venöse Thrombose	35 (5,7%)	23 (6,5%)	p = 0,622
Hämatom	26 (4,2%)	18 (5,1%)	p = 0,547
Minor*	54 (8,8%)	39 (11,0%)	p = 0,265
Mittlere Hospitalisierung (d)	17,5	19,2	p = 0,060
Range (d)	4 - 58	5 - 92	
SD (d)	11,9	14,3	
Summe Lappenplastiken (n)	614	355	

* Wundheilungsstörung, Spalthauttransplantationsversagen, Lappenteilverluste unter 10%; SD: Standardabweichung, d: Tage.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass freie mikrochirurgische Lappenplastiken bei stärker vorerkrankten Patienten nicht zwingend mit einem höheren Komplikationsrisiko verbunden sind. Daraus kann geschlossen werden, dass solche aufwendigen Operationen auch bei Patienten mit präoperativ erhöhter Risikokonstellation durchgeführt werden können und sollen. Jedoch sollte speziell bei diesen Patienten die rekonstruktive Leiter konsequent verfolgt und im Falle von freien mikrochirurgischen Defektrekonstruktionen primär sog. „Standard-Lappenplastiken“ (M. gracilis-, M. latissimus dorsi-, ALT-Lappenplastiken) durchgeführt werden. Um die Verfahrenssicherheit für diese Patienten weiter steigern zu können, sollten diese Operationen bevorzugt an mikrochirurgischen Zentren mit entsprechender abteilungsinterner sowie interdisziplinärer Infrastruktur erfolgen.

4.1.2 Analyse der Auswirkungen des Zigaretten Abusus auf freie mikrochirurgische Lappenplastiken

Ehrl D, Heidekrueger PI, Haas EM, Coenen M, Giunta R, Ninkovic M, Broer PN.

Does cigarette smoking harm microsurgical free flap reconstruction? J Reconstr Microsurg. 2018 Apr 1. doi: 10.1055/s-0038-1639377.

Hintergrund

Der negative Effekt von Zigaretten Rauchen auf die postoperative Wundheilung ist in der Literatur hinreichend belegt [84, 85, 95]. In der Vergangenheit wurden bereits eine Reihe von Studien bezüglich des Zusammenhanges von Rauchen und Defektdeckungen mit gefäßgestielten, lokalen Lappenplastiken durchgeführt [13, 95, 106]. Dabei wurden erhöhte Komplikationsraten im Bereich der Spender- sowie Empfängerregionen nach lokaler Lappenplastik nachgewiesen [13, 95, 106]. Die Auswirkungen von Rauchen auf das Ergebnis von mikrochirurgischen Gewebetransplantationen wurden jedoch bisher nur in einzelnen Studien, vor allem bei autologen Brustrekonstruktion, analysiert [13, 106, 114]. Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen des Zigaretten Rauchens auf mikrochirurgische Lappenplastiken insgesamt sowie unterteilt nach den verschiedenen Lappen Entitäten (freie Muskel- vs. faszio-kutane Lappenplastiken) sowie Empfängerregionen (Kopf-Hals-Bereich, obere Extremität, Körperstamm, untere Extremität) zu untersuchen.

Patienten und Methoden

Bei 897 Patienten wurden von 2009 bis 2016 insgesamt 969 Defektdeckungen mittels freier Lappenplastik vorgenommen. Die Patienten wurden aufgrund ihres Zigaretten Abusus in zwei entsprechende Gruppen unterteilt (Raucher vs. Nicht-Raucher) und die Ergebnisse retrospektiv verglichen. Dabei wurde untersucht, ob der Zigaretten Abusus der Patienten Einfluss auf die Dauer der Operation, die Wahl der durchgeführten Lappenplastiken, den postoperativen Verlauf und Komplikationen insgesamt sowie unterschieden nach Art der Lappenplastik und Lokalisation des Empfängerbereiches hat.

Ergebnisse

Sowohl die Gruppe der Raucher als auch der Nicht-Raucher waren vergleichbar in Bezug auf Gruppengröße, Begleiterkrankungen wie arterielle Hypertonie, pAVK, Diabetes mellitus, präoperativer ASA Score, Dauer der Operation, Entitäten der durchgeführten Lappenplastiken sowie Lappen-Empfängerregionen ($p > 0,05$). Signifikante demographische Unterschiede bestanden beim Alter sowie der Prävalenz an Übergewicht. Beide Parameter waren bei den Nicht-Rauchern signifikant erhöht ($p < 0,05$).

Der Vergleich der postoperativen Komplikationen ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($p > 0,05$). Dieser war weder insgesamt, noch unterschieden nach den verschiedenen Arten der freien Lappenplastiken, noch nach den verschiedenen Empfängerregionen der freien Lappenplastiken signifikant unterschiedlich ($p > 0,05$). Wenn auch nicht statistisch signifikant, war dennoch der prozentuale Anteil der Komplikationen in allen Bereichen der Auswertungen in der Gruppe der Raucher gegenüber den Nicht-Rauchern erhöht ($p > 0,05$). (Tab. 4)

Tab. 4: Postoperative Komplikationen in Bezug auf das Raucherverhalten.

Major	Raucher (S)	Nicht-Raucher (NS)	p-Wert
Komplettverluste	15 (7,3%)	34 (4,5%)	$p = 0,101$
Teilverluste > 10%	10 (4,9%)	20 (2,6%)	$p = 0,101$
Operative Revisionen	34 (16,5%)	101 (13,2%)	$p = 0,229$
Arterielle Thrombose	8 (3,9%)	25 (3,2%)	$p = 0,670$
Venöse Thrombose	14 (6,8%)	44 (5,8%)	$p = 0,580$
Hämatom	12 (5,8%)	32 (4,2%)	$p = 0,318$
Minor*	27 (13,1%)	66 (8,7%)	$p = 0,054$
Summe Lappenplastiken (n)	206	763	

* Wundheilungsstörung, Spalthauttransplantationsversagen, Lappenteilverluste unter 10%.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bei Patienten mit aktivem Zigaretten Abusus ein nicht signifikant erhöhtes Risiko für das Auftreten von Komplikationen nach freien Lappenplastiken besteht. Da komplette oder teilweise (> 10%) Verluste sowie Revisionsoperationen nach freien Lappenplastiken bei Patienten mit aktivem Zigaretten Abusus nicht signifikant häufiger auftreten, ist eine mikrochirurgische Defektdeckung dennoch jederzeit möglich. Aufgrund des gut belegten schädigenden Effektes des Zigaretten Rauchens, sollten diese Patienten detailliert über das mit dem Rauchen einhergehende Gesundheitsrisiko sowie chirurgische Komplikationsrisiko aufgeklärt und dazu ermutigt werden, das Rauchen umgehend aufzugeben oder wenigstens zu reduzieren.

4.2 Perioperative Faktoren zur Steigerung der Verfahrenssicherheit

4.2.1 Einfluss von zwei an der Operation beteiligten erfahrenen Chirurgen auf das Endergebnis von mikrovaskulären Extremitäten Rekonstruktionen

Ehrl D, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.

Impact of Two Attendings on the Outcomes of Microvascular Limb Reconstruction. J Reconstr Microsurg. 2018 Jan;34(1):59-64. doi: 10.1055/s-0037-1606541. Epub 2017 Oct 3.

Hintergrund

Durch den konsequenten Fortschritt hat sich die Erfolgsrate des freien mikrochirurgischen Gewebetransfers konstant gesteigert [24]. Jedoch bleiben die technischen Fähigkeiten des mikrochirurgisch tätigen Chirurgen einer der kritischen Punkte bei diesen komplexen Operationen [5, 86, 108]. In der Literatur gibt es einige Unklarheiten bezüglich der chirurgisch-technischen Umsetzung freier Gewebetransplantationen; etwa ob eine oder zwei venöse Anastomose(n) sowie primär eine arterielle oder venöse Anastomose durchgeführt werden sollte [16, 23, 25, 45]. Einigkeit besteht jedoch darüber, dass ein erfahrener Chirurg in Kombination mit einem gut ausgebildeten Team die Dauer der Operation verkürzen, die Länge der Hospitalisierung und damit das Endergebnis verbessern kann [108]. Die Zusammensetzung des operativen Teams bei einer solchen komplexen mikrochirurgischen Defektdeckungen ist jedoch nicht geklärt. Vor allem in Zeiten von steigenden finanziellen Kostendruck wird die medizinische und vor allem auch die chirurgische Effektivität immer bedeutender [5, 42, 64, 86]. Alle perioperativen Komplikationen verlängern die Dauer und damit die Kosten einer Operation. Ein zu rasches, ungenaues und oberflächliches intraoperatives Vorgehen kann mögliche Komplikationen nach sich ziehen, aus der eine weitere Operation mit zusätzlichen Kosten resultiert [42, 64, 86]. Folglich kann ein chirurgisches Team aus mindestens zwei erfahrenen Chirurgen (Fach- und /oder Oberärzte) in Zusammenarbeit mit mindestens einem Assistenzarzt im Rahmen einer freien mikrochirurgischen Lappenplastik theoretisch den Erfolg steigern und die Kosten senken. Jedoch steht dann dieser zweite Fach- bzw. Oberarzt nicht für andere Tätigkeiten zu

Verfügung, wodurch letztendlich auch ein wirtschaftlicher Nachteil entstehen kann. Diese Thesen wurde bisher nur für die mikrochirurgische Brustrekonstruktion nach Mamma-Ablation geprüft und bestätigt [4, 108].

Ziel dieser Arbeit war es erstmalig zu untersuchen, ob auch die mikrochirurgische Weichteildefektdeckung im Bereich der unteren Extremität bei Durchführung der freien Antero-Lateral-Thigh (ALT) - oder M. gracilis- Lappenplastik von einem operativen Team bestehend aus mindestens zwei erfahrenen Mikrochirurgen (Fach- und /oder Oberärzte) und einem Assistenzarzt profitiert.

Patienten und Methoden

Bei 309 Patienten wurden von Januar 2009 bis Juni 2015, 206 freie ALT- und 186 M. gracilis-Lappenplastiken zur Extremitäten Rekonstruktion durchgeführt. Die demographischen und perioperativen Daten sowie postoperativen Komplikationen und Ergebnisse wurden retrospektiv ausgewertet. Schließlich wurden die Fälle anhand dessen unterteilt, ob die freie Lappenplastik von einem erfahrenen Chirurgen (Fach- oder Oberarzt) und mindestens zwei in Ausbildung befindlichen Assistenzärzten oder von mindestens zwei erfahrenen Chirurgen (Fach- und/oder Oberarzt) und einem weiteren Assistenzarzt vorgenommen wurde.

Ergebnisse

Der Vergleich der Parameter ergab keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die präoperativen Vorerkrankungen. Somit waren beide Gruppen äquivalent und somit die Auswertung valide. (Abb. 3) Die Gruppe, die von einem Team mit nur einem erfahrenen Chirurgen operiert wurde umfasste 341 freie Lappenplastiken, die andere Gruppe 51 Operationen. Die Auswertung zeigte, dass in Bezug auf Dauer der Operationen, operative Revisionen, Lappen Teil- und/ oder Totalverluste sowie Länge der Hospitalisierung keine signifikanten Unterschiede bestanden ($p > 0,05$).

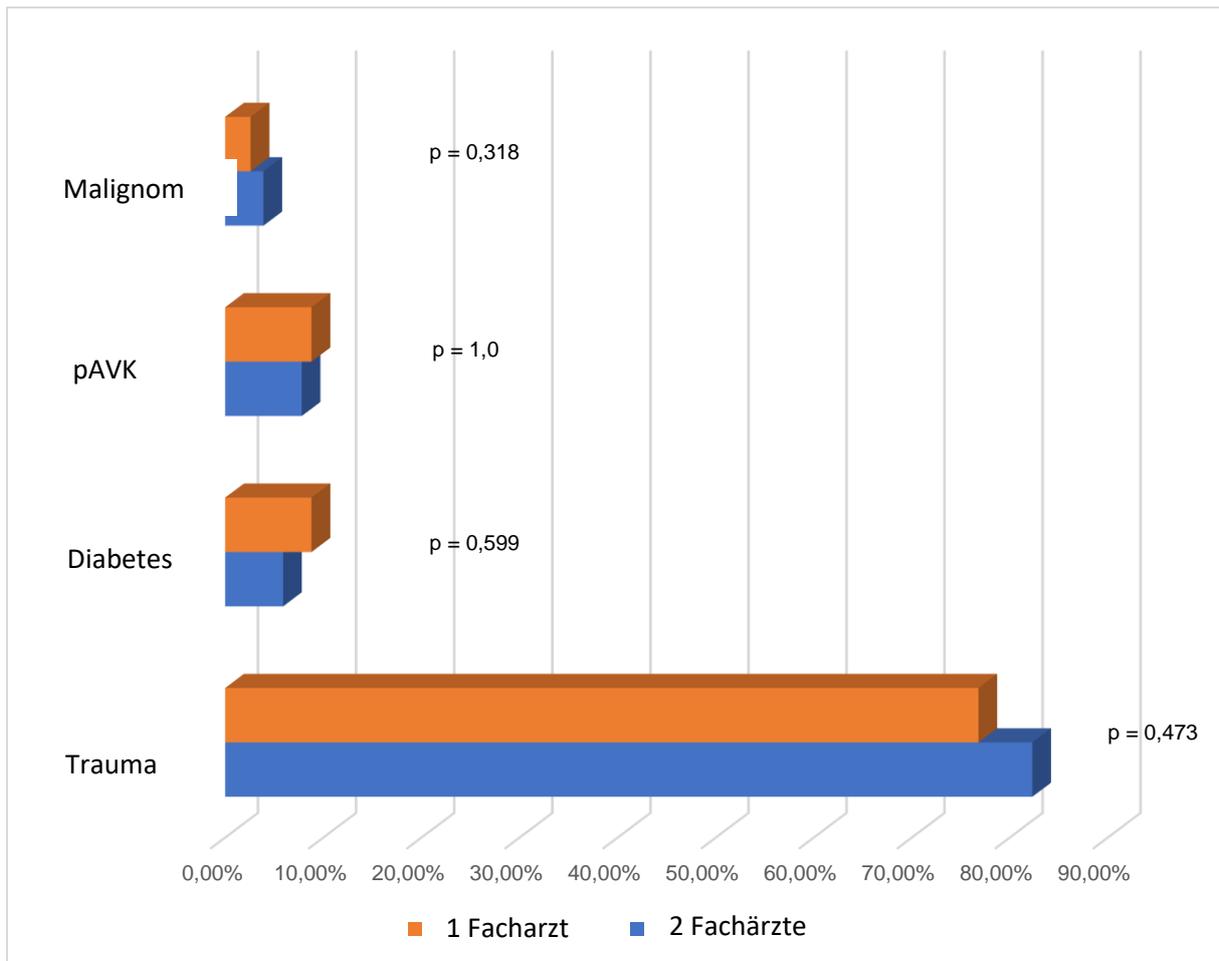


Abb. 3: Ätiologie der Defekte in Bezug auf Anzahl der erfahrenen Chirurgen im operativen Team.

Um einen möglichen Zusammenhang der Typen der freien Lappenplastiken (ALT- und M. gracilis-Lappenplastik) und dem Auftreten von Komplikationen abhängig von der Zusammensetzung des chirurgischen Teams zu untersuchen erfolgte eine entsprechende ergänzende Auswertung. Auch diese ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen beiden Studiengruppen ($p > 0,05$). (Tab. 5)

Tab. 5: Perioperative Charakteristika und Komplikationen in Bezug auf Anzahl der Fach-/Oberärzte im operativen Team, unterteilt nach ALT- und Gracilis-Lappenplastiken.

Charakteristika	1 Fach/Oberarzt (%)	2 Fach/Oberärzte (%)	p-Werte
ALT Lappen (n)	176	28	
Totalverlust	17 (9,7)	1 (3,6)	0,477
Paritalverlust	4 (2,3)	2 (7,1)	0,192
Operative Revision	43 (24,4)	4 (14,3)	0,334
OL (Range; SD) (min)	355,1 (138-840; 129,3)	327,8 (187-545; 98,2)	0,194
HLS (Range; SD) (d)	16,5 (6-39; 10,5)	15,1 (9-22; 4,8)	0,246
Gracilis Lappen (n)	165	23	
Totalverlust	8 (4,9)	1 (4,4)	1
Paritalverlust	3 (1,8)	1 (4,4)	0,409
Operative Revision	17 (10,3)	2 (8,7)	0,352
OL (Range; SD) (min)	313,9 (139-660; 114,7)	318,1 (115-555; 113,6)	0,868
HLS (Range; SD) (d)	18,4 (9-34; 8,8)	18,1 (7-41; 8,2)	0,871

OL: Operationslänge; SD: Standard Abweichung; HLS: Hospitalisierung; min: Minute; d: Tag.

Schlussfolgerung

Zusammenfassend zeigte die Untersuchung, dass bei Defektrekonstruktionen im Bereich der unteren Extremität bei Verwendung von freien mikrochirurgischen ALT- sowie M. gracilis-Lappenplastiken zwei erfahrene Chirurgen keine signifikante Reduktion der Operationszeiten, Hospitalisierung und Komplikationsrate bewirken. Aus diesen Gründen und zur Steigerung der wirtschaftlichen Effektivität, ist bei diesen Rekonstruktionen kein weiterer erfahrener Chirurg im mikrochirurgischen Team nötig. Somit führt ein chirurgisches Team bestehend aus zwei erfahrenen Chirurgen nicht zur signifikanten Reduktion der entstehenden Komplikationen und damit der entstehenden Kosten.

4.2.2 Auswirkungen einer oder zwei venöser Anastomosen auf das Endergebnis von freien mikrochirurgischen Rekonstruktionen der oberen Extremität

Ehrl D*, Heidekrueger PI*, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN.

One versus Two Venous Anastomoses in Microvascular Upper Extremity Reconstruction. J Reconstr Microsurg. 2017 Sep;33(7):502-508. doi: 10.1055/s-0037-1602759. Epub 2017 May 4.

Hintergrund

Der zentrale sowie kritische Punkt einer mikrochirurgischen Lappenplastik sind die mikrovaskulären Anastomosen [86, 104]. Hauptkomplikationen der Mikroanastomosen sind das Auftreten einer arteriellen und/ oder venösen Thrombose [86, 104]. In der Folge wird mindestens eine weitere Operation mit entsprechenden physischen und psychischen Belastungen des Patienten sowie Kosten für das Gesundheitssystem nötig [41, 42, 64]. Darüber hinaus kann die Lappenplastik trotz erfolgreicher Revision teilweise oder gar vollständig zugrunde gehen [41, 42, 64]. In der aktuellen Literatur herrscht Uneinigkeit darüber, durch welche operativ-technischen Maßnahmen eine venöse Thrombose am effektivsten verhindert werden kann [23]. Dabei ist eine der zentralen Frage, ob die Anlage einer zweiten venösen Anastomose das Risiko einer venösen Thrombose senkt [16, 45]. Einige Autoren postulieren, dass eine venöse Thrombose Folge eines reduzierten Blutflusses sei und daher eine zweite venöse Anastomose das Thromboserisiko signifikant erhöht [28, 42, 97]. Andere Autoren vertreten die Meinung, dass durch eine zweite venöse Anastomose die Drainageleistung erhöht werden kann und im Falle des Verschlusses einer der beiden Anastomosen noch eine weitere zur Verfügung steht [16, 53, 88]. Trotz zahlreicher Studien gibt es bisher keinen Konsens über die Zahl der anzulegenden venösen Anastomosen [16, 28, 42, 53, 88, 97]. Oft entscheiden Mikrochirurgen ohne wissenschaftlich Evidenz „aus dem Bauch heraus“ eine oder zwei venöse Anastomosen anzulegen [23, 45]. Nach unserem Kenntnistand wurde in der Vergangenheit bisher keine Untersuchung zu diesem Thema im Bereich der oberen Extremität durchgeführt.

Patienten und Methoden

Die zentrale Frage dieser Arbeit war es, eine Empfehlung abgeben zu können, ob bei einer freien mikrochirurgischen Rekonstruktion mittels ALT- oder Leisten-Lappenplastik im Bereich der oberen Extremität eine oder zwei venöse Mikroanastomosen erfolgen sollten.

Von Januar 2010 bis Juni 2015 wurden bei 79 Patienten, 47 freie ALT- und 49 freie Leisten-Lappenplastiken zur Defektdeckung nach Verbrennung, Trauma, tiefgreifender Infektion oder malignen Tumorerkrankungen an der oberen Extremität durchgeführt. Die demographischen, intra- und postoperativen Daten dieser Patienten wurden retrospektiv erfasst und entsprechend der Anzahl der durchgeführten venösen Anastomosen verglichen.

Ergebnisse

Insgesamt wurde im Falle einer ALT-Lappenplastiken bei 16 Operationen eine und bei 21 Operationen zwei venöse Mikroanastomosen angelegt. Bei den freien Leistenlappen zeigte sich eine ähnliche Verteilung (eine venöse Anastomose: 16 vs. zwei venöse Anastomosen: 33). Beide Gruppen zeigten keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf Patientenalter, Begleiterkrankungen, Übergewicht, Nikotin-Abusus und ASA Score ($p > 0,05$). Zusätzlich war auch die Verteilung der Empfängergefäße, Ätiologie des Weichteildefektes und Länge der Operation zwischen beiden Gruppen vergleichbar ($p > 0,05$). In beiden Gruppen traten gleich häufig postoperative Komplikationen wie Wundheilungsstörungen, Lappen Teil- sowie Kompletverluste auf ($p > 0,05$). Lediglich die Zeit bis zum Auftreten einer Thrombose und damit operativen Revision war in der Gruppe mit 2 venösen Anastomosen signifikant länger ($p < 0,05$). (Tab. 6)

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie erlauben die Schlussfolgerung, dass der Erfolg einer mikrochirurgischen Defektdeckung im Bereich der oberen Extremität unabhängig von der Anzahl der venösen Anastomosen ist. Entsprechend zeigt auch die aktuelle Literatur, dass

wann immer möglich eine zweite venöse Anastomose angelegt werden sollte. Dies steigert einerseits zusätzlich die Verfahrenssicherheit bei mikrochirurgischen Lappenplastiken, bedeutet nur einen vertretbaren zeitlichen Mehraufwand bei der Operation und ermöglicht auch den in Ausbildung befindlichen Assistenzärzten ihre mikrochirurgischen Fähigkeiten sowie Expertise bei Durchführung dieser zweiten Anastomose zu gewinnen.

Tab. 6: Postoperative Komplikationen in Abhängigkeit von Anzahl der venösen Mikroanastomosen sowie der Entitäten der Lappenplastik.

Komplikationen	1 Vene	2 Venen	p-Wert
ALT Lappen (n)	16	21	
Major	1 (6%)	5 (24%)	p = 0,206
Komplettverluste	0 (0%)	2 (10%)	p = 0,495
Teilverluste > 10%	0 (0%)	0 (0%)	p = 1,0
Operative Revisionen	1 (6%)	4 (19%)	p = 0,364
Arterielle Thrombose	0 (0%)	1 (5%)	p = 1,0
Venöse Thrombose	1 (6%)	2 (10%)	p = 1,0
Hämatom	0 (0%)	1 (5%)	p = 1,0
Minor*	0 (0%)	1 (5%)	p = 1,0
Leistenlappen (n)	16	33	
Major	5 (31%)	6 (18%)	p = 0,466
Komplettverluste	2 (13%)	2 (6%)	p = 0,588
Teilverluste > 10%	0 (0%)	2 (6%)	p = 1,0
Operative Revisionen	5 (31%)	3 (9%)	p = 0,094
Arterielle Thrombose	1 (6%)	1 (3%)	p = 1,0
Venöse Thrombose	2 (13%)	2 (6%)	p = 0,588
Hämatom	2 (13%)	0 (0%)	p = 0,103
Minor*	1 (6%)	1 (3%)	p = 1,0
Summe Lappenplastiken (n)	32	54	

* Wundheilungsstörung, Spalthauttransplantationsversagen, Lappenteilverluste unter 10%.

4.2.3 Vergleich des Nutzens von einer oder zwei venösen Anastomosen bei mikrochirurgischen Rekonstruktionen der unteren Extremität

Heidekrueger PI*, **Ehrl D***, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN.

One versus two venous anastomoses in microvascular lower extremity reconstruction using gracilis muscle or anterolateral thigh flaps. *Injury*. 2016 Dec;47(12):2828-2832. doi: 10.1016/j.injury.2016.10.015. Epub 2016 Oct 17.

Hintergrund

Wie im Bereich der oberen Extremität, stellt sich auch an der unteren Extremität die Frage, ob eine zweite venöse Anastomose den Erfolg einer freien mikrochirurgischen Lappenplastik steigert. Speziell im Bereich der unteren Extremität erfolgt die venöse Drainage im Stehen gegen die Schwerkraft, weswegen eine zweite venöse Drainage von Vorteil sein könnte.

Verschieden Studien konnten entsprechend zeigen, dass durch eine zweite venöse Anastomose die Drainageleistung erhöht werden kann und zusätzlich im Falle des Verschlusses einer der beiden Anastomosen noch eine weitere zur Verfügung steht [16, 53, 88]. Im Gegensatz dazu konnten andere Autoren zeigen, dass eine zweite venöse Anastomose Ursache für einen reduzierten Blutflusses sei und in deren Folge ein daher signifikant erhöhtes Thromboserisiko resultieren würde [23, 28, 42, 97]. Trotz dieser unterschiedlichen Ansichten wurden bisher keine Untersuchungen durchgeführt, ob eine zweite venöse Anastomose die Erfolgsrate bei freien mikrochirurgischen Gewebetransplantationen im Bereich der unteren Extremität steigert.

Patienten und Methoden

Aus diesem Grund wurde die Frage nach der nötigen Anzahl venösen Anastomosen analog zur oberen Extremität auch für die untere Extremität retrospektiv ausgewertet. Um einen möglichen Streueffekt durch zu viele verschiedene Typen von Lappenplastiken zu vermeiden wurden lediglich Defektrekonstruktionen unter Verwendung von freien ALT- und M. gracilis-Lappenplastiken untersucht. Dabei wurden 354 Patienten ausgewertet, bei denen

innerhalb von 6 Jahren (2009 – 2015) 201 freie ALT- und 185 freie M. gracilis-Lappenplastiken zu Defektrekonstruktion nach Trauma, Verbrennung, Infektionen und Malignomen an der unteren Extremität durchgeführt wurden. Die Analysen und Auswertungen entsprachen denen an der oberen Extremität.

Ergebnisse

Die Auswertung ergab entsprechende Ergebnisse wie für die obere Extremität. So waren die beiden Gruppen (eine vs. zwei venöse Anastomosen) vergleichbar in Bezug auf die Gruppengrößen, Patienten-Demographie, Vorerkrankungen, BMI, ASA Score, Verteilung der gewählten Lappenplastiken, Ursache des Weichteildefektes, arterielles sowie venöses Empfängergefäß sowie dem Auftreten von postoperativen Komplikationen und Revisionsoperationen ($p > 0,05$). Einzig die Dauer der Operation war signifikant im Falle von zwei venösen Anastomosen verlängert ($p < 0,05$).

Schlussfolgerung

Somit lässt auch diese Arbeit den Rückschluss zu, dass der Erfolg einer freien mikrochirurgischen Lappenplastik zur Defektrekonstruktion im Bereich der unteren Extremität unabhängig von der Anzahl der venösen Anastomosen ist. Wobei es auch im Rahmen von Defektrekonstruktion an der unteren Extremität sinnvoll ist eine zweite venöse Anastomose durchzuführen, wann immer dies technisch möglich ist. Dadurch kann auch bei Defektrekonstruktionen an der unteren Extremität potentiell die Sicherheit des freien Gewebetransfers erhöht werden.

4.2.4 Einfluss der Dauer der intraoperativen Lappen-Ischämie auf das Ergebnis von mikrochirurgischen Defektrekonstruktionen

Ehrl D, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.

Impact of Duration of Perioperative Ischemia on Outcomes of Microsurgical Reconstructions. J Reconstr Microsurg. 2018 Jun;34(5):321-326. doi: 10.1055/s-0037-1621729. Epub 2018 Jan 22.

Hintergrund

Im Rahmen einer freien mikrovaskulären Gewebetransplantation tritt nach Absetzen der freien Lappenplastik immer eine gewisse Zeit der Ischämie auf. Ischämie ist als Zeitraum von unzureichender und/oder fehlender Blutversorgung des Gewebes definiert [61] und löst bei allen Mikrochirurgen ein gewisses Unbehagen aus.

In der Zeit der Ischämie treten verschiedenste strukturelle und metabolische Veränderungen inklusive einer Vasokonstriktion der Arteriolen, Freisetzung der Leukozyten sowie metabolische Dysfunktion der Endothelzellen auf [12, 40, 62, 74, 77]. Aufgrund der vermehrten Produktion und Freisetzung von inflammatorischen Mediatoren kann ein mikrovaskulärer Perfusionsschaden am Lappen entstehen [74]. Diese potentiell irreversiblen Veränderungen können im Verlauf trotz dessen, dass der Blutfluss durch die Mikroanastomosen wieder regelrecht hergestellt wurde, zur Gewebsnekrose und schließlich zum Verlust der Lappenplastik führen [40, 62, 77]. Trotz der in der Regel raschen sowie kompletten Regenerationsfähigkeit des Gewebes nach der Revaskularisation, kann nach Überschreiten einer kritischen Ischämiezeit, ein irreversibler Schaden (sog. Ischämie/Reperfusionsschaden) auftreten [43, 63, 74]. Folglich versuchen die meisten Mikrochirurgen die Länge einer Ischämie so gering wie möglich zu halten um ein sog. „No-Reflow Phänomen“, ein Ausfall der kapillären Reperfusion, zu vermeiden [10, 93]. In der aktuellen Literatur gibt es zu diesem Thema nur wenige Untersuchungen und keine allgemein gültige Empfehlung wie lange die Ischämie bei der freien mikrochirurgischen

Lappenplastik sein darf [15, 40, 61, 74, 98]. Dies war Gegenstand der Fragestellung dieser retrospektiven Auswertung.

Patienten und Methoden

Von 2009 bis 2016 wurden bei 897 Patienten 969 freie Lappenplastiken zur mikrovaskulären Defektdeckung durchgeführt. Es wurden demographischen Daten, intra- und postoperative Aspekte, Komplikations- und Überlebensraten der Lappenplastiken sowie das Endergebnis ausgewertet. Die Patienten des Studienkollektives wurden nach der Länge der Ischämie zwei Gruppen zugeordnet („< 60min“: 382 Lappenplastiken vs. „≥ 60 min“: 420 Lappenplastiken).

Ergebnisse

Die Demographie, das Vorerkrankungsprofil, der Zigaretten-Abusus sowie die perioperativen Parameter waren zwischen beiden Untersuchungsgruppen vergleichbar ($p > 0,05$). Die Auswertung ergab in der Gruppe „≥ 60 min“ signifikant längere Operationszeiten, mehr notfallmäßige operative Revisionen sowie höhere Raten an postoperativen Komplikationen (Lappen Teil- und Komplett-Verluste) ($p < 0,05$). (Abb. 4)

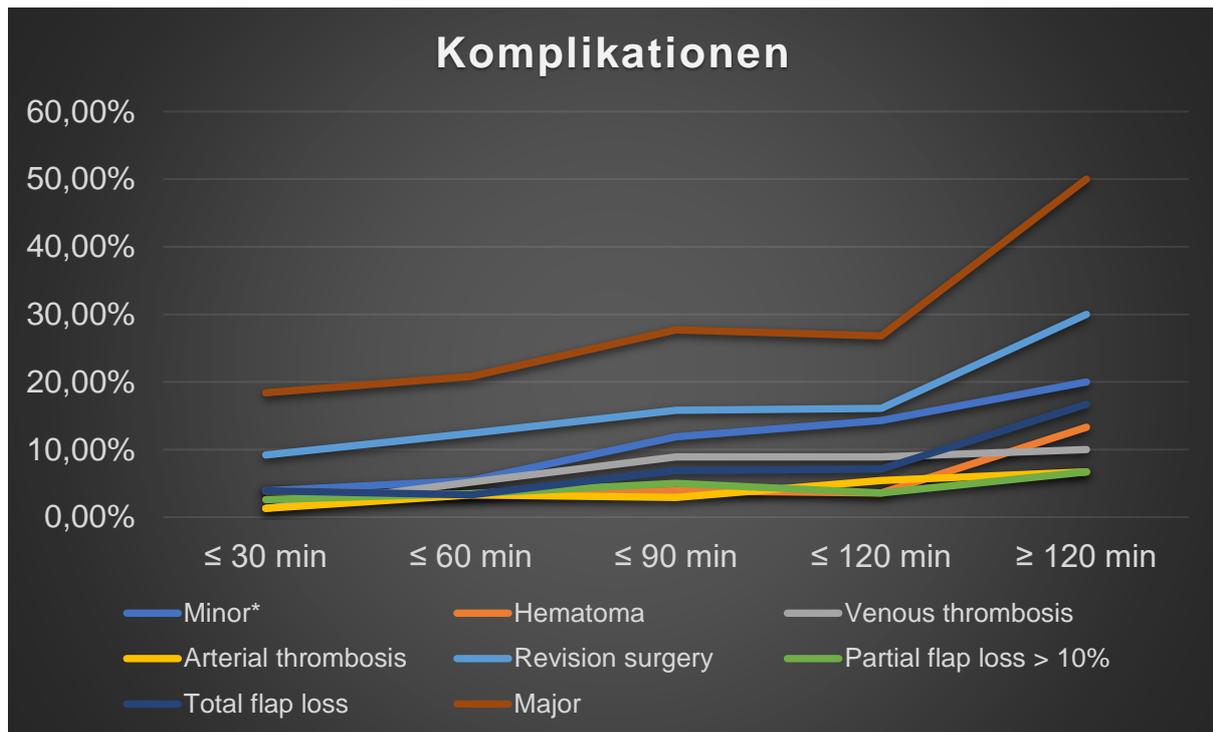


Abb. 4: Postoperative Komplikationen in Bezug auf Länge der Ischämie.

* Wundheilungsstörung, Spalthautversagen, Lappenteilverluste < 10%.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass bei freien mikrovaskulären Lappentransplantationen Ischämiezeiten über 60 Minuten häufiger zu Komplikationen führen und deswegen vermieden werden sollten. Von den Autoren wird vermutet, dass ab dieser Zeit irreversible Veränderungen innerhalb des Lappengewebes auftreten. Diese können schließlich zu einem Teilschaden oder vollständigen Verlust der Lappenplastik führen. Die genauen strukturellen Veränderungen, die aufgrund der prolongierten Ischämie Dauer auftreten wurden innerhalb dieser Studie nicht untersucht. In der Vergangenheit erfolgte dies im Rahmen von verschiedenen in vivo Untersuchungen [3, 43, 63].

mikrochirurgischer Lappenplastiken

4.3.1 Mikrochirurgische Rekonstruktion der ästhetischen Einheit Stirn

Ehrl D*, Broer PN*, Heidekrueger PI, Ninkovic M.

Microsurgical Forehead Reconstruction.

J Craniofac Surg. 2017 Jan;28(1):212-217. doi: 10.1097/SCS.0000000000003275.

Hintergrund

Allschichtige sowie ausgedehnte Defekte im Bereich der Stirn sind aufgrund der geringen Elastizität des ortsständigen Gewebes in der Regel aufwendig zu rekonstruieren [6, 48, 80].

In der interdisziplinären Zusammenarbeit, entstehen solche komplexe Defekte jedoch regelmäßig nach dermatologischer Tumorresektion sowie nach neurochirurgischen Operationen [6, 48, 80]. Die Stirn bildet in ihrer Gesamtheit die sogenannte „ästhetische Einheit“ [107] und kann aufgrund ihrer prominenten Position nur schwer versteckt werden. Um einen sog. Camouflage-Effekt mit Fleckenbildungen zu vermeiden, sollte im Rahmen einer Rekonstruktion bei ausgedehnten Defekten die komplette ästhetische Einheit reseziert und entsprechend rekonstruiert werden [26, 80, 107].

Defekte von einer Größe bis zu 3 cm im Durchmesser können mittels lokaler Dehnungslappenplastiken verschlossen werden [6, 101]. Bei ausgedehnteren Defekten ist dies jedoch nicht mehr möglich, weshalb komplexe rekonstruktive plastische Therapieverfahren nötig werden [6, 26, 48, 80]. Defektdeckungen durch Sekundärheilung oder Hauttransplantationen sind nur bei erhaltenen Periost über dem knöchernen Os frontale möglich [38], und gehen häufig mit einem reduzierten funktionellen sowie entstellenden, ästhetischen postoperativen Ergebnis einher [6, 101]. Die Möglichkeit der Defektdeckung mittels lokaler Lappenplastik sind mit Ausnahme bei vorgealterten Patienten, bei denen ein deutlicher Verlust der Hautelastizität besteht, meist lediglich bis zu einer Defektgröße von bis

zu 5,5 cm möglich [7, 72, 80, 102]. Aus den genannten Gründen ist daher oft die Defektdeckung durch eine freie mikrochirurgische Lappenplastik notwendig.

Patienten und Methoden

Ziel dieser Untersuchung war es die operativen sowie ästhetischen Ergebnisse nach mikrochirurgischer Stirnrekonstruktion zu evaluieren. Anhand dessen soll eine Empfehlung gegeben werden können, welche Defekte mit welcher Art der freien Lappenplastik gedeckt werden könnten.

Im Nachuntersuchungszeitraum erfolgten insgesamt 15 Defektrekonstruktionen (8 ALT- und 7 M. gracilis-Lappenplastiken) der Stirn nach dermato- und/ oder neurochirurgischer maligner Tumorresektion oder Trauma.

Ergebnisse

Die Defekte hatten eine mittlere Größe von 84,6 (Range: 25 – 160, SD 44,1) cm² und wurden mit freien Lappenplastiken von 160 (Range: 56 – 300, SD 78,6) cm² gedeckt. Im postoperativen Verlauf kam es im Bereich der Lappen-Spenderregion zu keinem, an den freien Lappenplastiken, zu drei kleineren Wundheilungsstörungen, die nach einmaligem Debridement sekundär verschlossen werden konnten. Das ästhetische Ergebnis vor allem nach freier M. gracilis-Lappenplastik, aber auch nach ALT-Lappenplastik wurde von allen Patienten als sehr gut bis gut bewertet.

Schlussfolgerung

Somit kommt diese Arbeit zu dem Schluss, dass eine Defektrekonstruktion der ästhetischen Einheit Stirn, sicher und mit einem ansprechenden, ästhetischen Ergebnis bei Verwendung einer freien Lappenplastik durchgeführt werden kann. Der Vergleich der verwendeten Typen von Lappenplastiken zeigte Vorteile für die Muskel-Lappenplastiken. Die entscheidenden Gründe dafür sind das postoperative Verhalten der faszio-kutanen Lappenplastiken. So zeigen diese eine schlechtere Übereinstimmung der Pigmentierung mit der Umgebung. Sie

zeigen weiterhin aufgrund der Schwere und Laxität die Tendenz einen Hautüberschuss supraorbital zu erzeugen. (Abb. 5) Muskel-Lappen hingegen verkleben besser mit dem darunterliegenden Knochen und zeigen, da in der Regel mit loko-regionärer Spalthaut gedeckt, zusätzlich eine bessere Übereinstimmung mit der Pigmentierung des Gesichtes. Am besten eignet sich dabei die freie M. gracilis-Lappenplastik, da die Hebung dieses Lappens mit einer sehr geringen funktionellen Hebedefekt-Morbidität einher geht und ein ansprechendes ästhetisches Ergebnis bei Rekonstruktion der kompletten ästhetischen Einheit erzielt werden kann. (Abb. 6)



Abb. 5: links: präoperativer Befund eines chronischen Ulkus frontal nach epiduralen Abszess; rechts: postoperatives Ergebnis zweieinhalb Jahre nach Resektion der Stirn und Rekonstruktion mit einer freien ALT-Lappenplastik.



Abb. 6: links: präoperativer Befund eines Schweißdrüsenkarzinoms im Bereich der Stirn links/frontal; rechts: postoperatives Ergebnis ein Jahr nach Resektion der kompletten ästhetischen Einheit Stirn und Rekonstruktion mit einer freien M. gracilis-Lappenplastik.

4.3.2 Einsatzmöglichkeiten der freien, flächenvergrößerten M. gracilis-Lappenplastik zur mikrochirurgischen Rekonstruktion im Bereich der unteren Extremität

Heidekrueger PI*, **Ehrl D***, Ninkovic M, Thiha A, Prantl L, Herter F, Mueller C, Broer PN.

The spreaded gracilis flap revisited: Comparing outcomes in lower limb reconstruction.

Microsurgery. 2017 Nov;37(8):873-880. doi: 10.1002/micr.30245. Epub 2017 Oct 7.

Hintergrund

Nach tumororthopädischer Resektion sowie unfallchirurgischer komplexer Fraktur im Bereich der unteren Extremität (Tibia und/oder OSG) kommt es oft zu freiliegenden Knochenfragmenten, Osteosynthesen und Sehnen. In diesen Fällen ist eine zeitnahe Defektdeckung durch eine freie mikrochirurgische Lappenplastik indiziert [96], welche die Fachkompetenz des Fachgebiets der Plastischen Chirurgie erfordert. In der Literatur herrscht Uneinigkeit darüber, welche freie Lappenplastik bei welcher Defektgröße am besten geeignet ist. Insgesamt sind an der unteren Extremität die mikrochirurgischen Defektdeckungen mittels freier M. gracilis-, freier M. latissimus dorsi (LDM) - sowie freier ALT-Lappenplastik als Standardprozeduren zu nennen [46]. Allgemein wird dabei die Verwendung der M. gracilis-Lappenplastik eher bei kleineren bis mittleren Defekten empfohlen [29]. Vorteil ist die Länge des Muskels bei geringer Breite, der gerade an den Extremitäten ein großer Vorteil ist bei gleichzeitig geringem Hebedefekt und Entnahme in Rückenlage [30, 31]. Liegen größere Weichteildefekte vor, wird die Deckung durch eine freie LDM- und ALT-Lappenplastik angeraten [27, 68, 112]. Jedoch geht vor allem die freie LDM-Lappenplastik mit einer erhöhten Morbidität in der Spenderregion, wie etwa chronischen Flüssigkeitsansammlungen (sog. Seromen), sowie einer ungünstigen intraoperativen Patientenlagerung einher [68]. Bei freien Muskel-Lappenplastiken kann durch ihre Adhäsions- sowie Atrophie-Fähigkeit nach entsprechender Nervendurchtrennung, ein ansprechenderes postoperative Ergebnis erzielt werden [26, 51]. Im Rahmen von Vorarbeiten konnte bereits gezeigt werden, dass durch

eine epimysiale Auftrennung, dem sog. „Spreading“, des M. gracilis auch größere Defekte plastisch-chirurgisch gedeckt werden können [26, 51]. (Abb. 7)

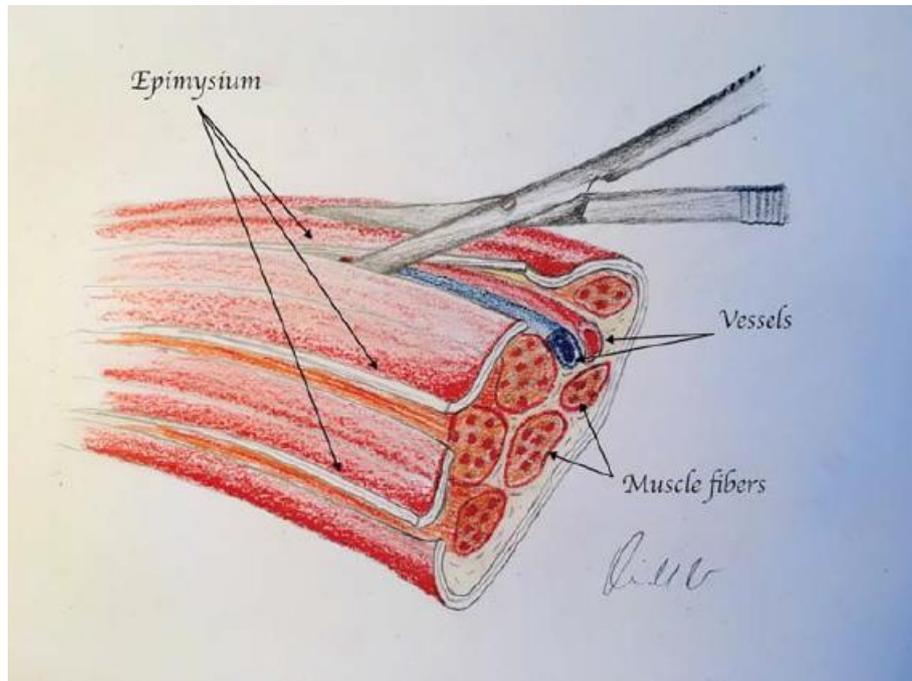


Abb. 7: Operative Technik des „Spreading“. Das Epimysium des M. gracilis wird unter Verwendung des Operationsmikroskops und Erhalt der Gefäßarchitektur eröffnet

Patienten und Methoden

Ziel der dieser Arbeit war es daher nachzuweisen, in wieweit auch ausgedehnte Weichteildefekte im Bereich der unteren Extremität routinemäßig mit einer freien M. gracilis-Lappenplastik gedeckt werden können. Zusätzlich soll ein Algorithmus erstellt werden, welche der mikrochirurgischen Standard-Lappenplastik für entsprechend große Weichteildefekte gewählt werden sollen. (Abb. 8)

Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wurden insgesamt 204 freie M. gracilis-Lappenplastiken, die zur Defektrekonstruktion im Bereich der unteren Extremität genutzt wurden, ausgewertet. Abgänglich von der zu deckenden Defektgröße wurden diese in zwei Gruppen unterteilt und verglichen. So wurde ein Defekt von $< 150 \text{ cm}^2$ als klein bis mittel ($n = 150$) und $\geq 150 \text{ cm}^2$ ($n = 54$) als groß definiert. Um Defekte dieser Größe suffizient decken zu können, wurde bei

diesen Lappenplastiken ein entsprechendes „Spreading“ durch vorsichtige, mikroskopisch assistierte epimysiale Präparation durchgeführt. (Abb. 7)

Die Auswertung beider Gruppen ergab bei vergleichbarem Alter sowie Vorerkrankungen der Patienten, keinen signifikanten Unterschied in den Komplikations- und Lappenverlusten ($p > 0,05$).

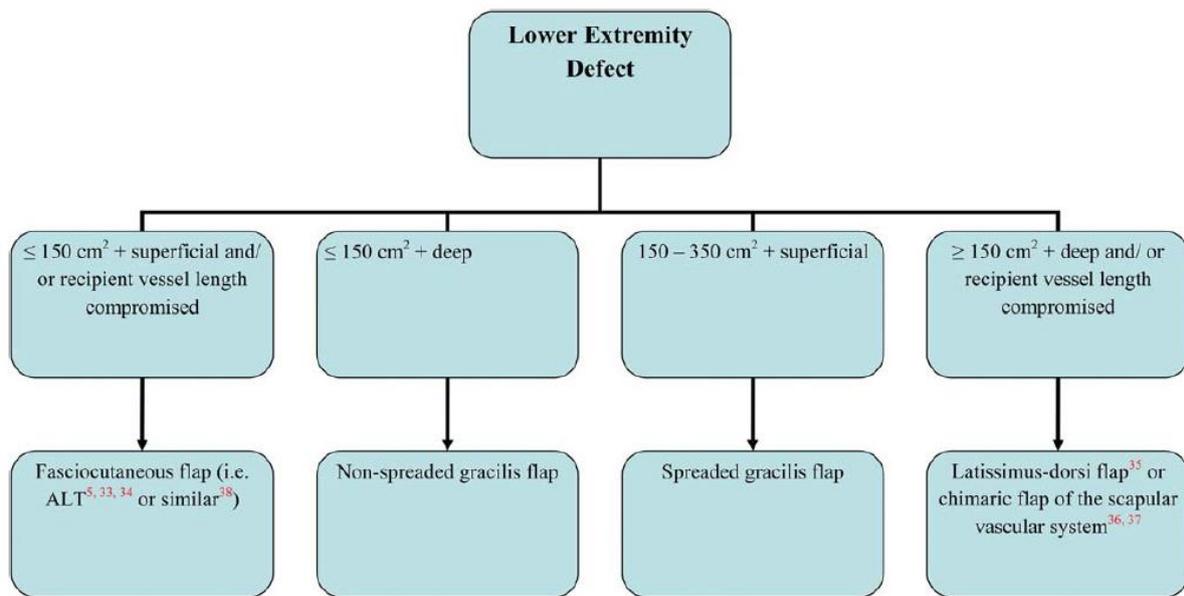


Abb. 8: Behandlungsalgorithmus für Defektrekonstruktionen im Bereich der unteren Extremität durch eine freie Lappenplastik

Schlussfolgerung

Zusammenfassend zeigte die Studie, dass eine vorsichtige mikroskopisch assistierte epimysiale, intramuskuläre Dissektion („Spreading“) keinen negativen Einfluss auf das Endergebnis einer freien mikrochirurgischen M. gracilis-Lappenplastik hat. Somit können unter Anwendung der freien M. gracilis-Lappenplastik auch ausgedehntere Defekte im Bereich der unteren Extremität, wie auch in anderen Bereichen des Körpers, gedeckt werden. Hauptvorteile der M. gracilis-Lappenplastik sind die relativ einfache chirurgische Präparation, die sehr konstante Anatomie, die einfach intraoperative Lagerung des Patienten sowie die geringe Spendermorbidity [44].

4.3.3 Funktionelle Endergebnisse der freien Antero-lateralen Oberschenkel (ALT)-Lappenplastik zur Achillessehnen Rekonstruktion

Ehrl D, Heidekrueger PI, Schmitt A, Liska F, Ninkovic M, Giunta RE, Broer PN.

The ALT-flap for Achilles tendon reconstruction: Functional outcomes.

Plast Reconstr Surg. 2019 Mar 12. doi: 10.1097/PRS.0000000000005652.

Hintergrund

Die Achillessehne ist essentiell für eine kräftige Plantar-Flexion sowie Dorsal-Extension des Sprunggelenks [113]. Aus diesem Grunde ist es wichtig, dass speziell bei jüngeren und aktiven Menschen eine suffiziente Rekonstruktion dieser möglich ist [90, 113]. Jedoch treten nach primärer operativer Naht bzw. Rekonstruktion der Achillessehne teilweise erneute Rupturen und Infektionen auf [55, 90, 113]. Diese gehen dann regelhaft mit signifikanten Weichteilverlusten einher. In der Literatur werden für diese Situationen verschiedene Rekonstruktionsmöglichkeiten vorgestellt [1, 11, 20, 52, 55, 65, 87, 94, 113]. Jedoch bleiben diese Studien einer funktionellen Nachuntersuchung dieser sekundären Rekonstruktionen schuldig. Ziel dieser Arbeit war es das funktionelle und subjektive Ergebnis der Achillessehnen- und Weichteilrekonstruktion bei Anwendung der mikrovaskulären ALT-Lappenplastik mit Einschluss der Faszia lata darzustellen. (Abb. 9)



Abb. 9: Intraoperatives Bild nach Hebung der freien ALT Lappenplastik mit Einschluss der Faszia lata.

Patienten und Methoden

Innerhalb von 8 Jahren wurde bei 34 Patienten eine mikrovaskuläre Achillessehnen- und Weichteilrekonstruktion unter Verwendung der freien ALT-Lappenplastik mit Faszial lata durchgeführt. 73,5% (n = 25) der Patienten stellten sich zur klinischen Nachuntersuchung vor und bei 28,0% (n = 7) dieser Patienten wurde zusätzlich eine bilateraler Fuß-Druck-Messung unter Verwendung der emed® Pedograph Plattform (emed®-system, novel gmbh, München) durchgeführt. Sämtliche Patientendaten wurden bzgl. Demographie, peri- und postoperative Parameter, Überleben der Lappenplastiken, operative Komplikationen sowie Langzeit Ergebnisse dargestellt.

Zusätzlich wurde die operative Technik kurz beschrieben und illustriert (Abb. 10) sowie das entsprechende Nachuntersuchungsregime dargestellt.

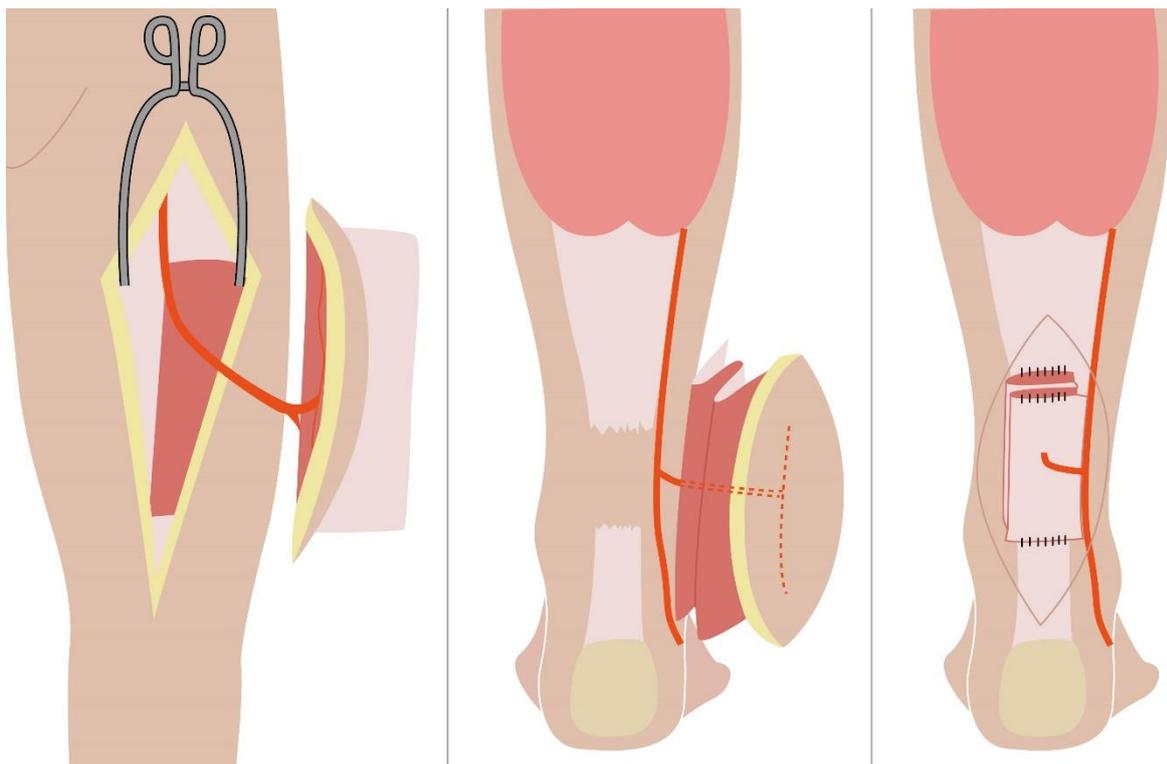


Abb. 10: Schematische Darstellung der operativen Technik. Rechts: ALT-Lappenplastik unter Mitnahme eines ausreichend großen Anteils der Faszial lata, am R. descendens der A. circumflexa femoris lateralis gestielt, gehoben. Mitte: Transfer in das Empfängergergebiet, mikrochirurgischer Gefäßanschluss in End-zu-Seit-Technik an die A. tibialis posterior sowie dreifache Faltung der Faszial lata zur nachfolgenden Achillessehnen-Rekonstruktion. Links:

Einnahmt der dreifach gefalteten Faszia lata zur Achillessehnen-Rekonstruktion an die distalen sowie proximalen Stümpfe sowie Einnahmt der ALT-Lappenplastik.

Ergebnisse

Im postoperativen Verlauf traten keine kompletten und lediglich drei partielle Lappenverluste auf, die durch eine weitere lokale Verschiebelappenplastik zu verschließen waren. Das Nachuntersuchungsintervall lag im Mittelwert bei 40,8 (Range: 12 – 70; SD 16,8) Monaten. Der Thomson-Test war bei allen Patienten postoperativ negativ. Die Schmerzanalyse anhand der Numerischen Rating Skala (NRS) war an der rekonstruierten Achillessehne niedrig und zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen Ruhe 0,20 (SD 0,40) und Belastung 0,60 (SD 0,69) ($p < 0,05$). Die Auswertung der Vancouver Narben Score [103] ergab ebenfalls mit 1,1 (Range: 0 - 3, SD 0,94) sehr gute Ergebnisse. Die Bewegungsgrade des Sprunggelenks ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den rekonstruierten und gesunden Achillessehen ($p > 0,05$). (Tab. 7) Die objektiven Messungen der Spitzendrücke, Kraft bei Laufen und Fußsohlen-Kontaktflächen bei Laufen ergab hingegen keinen signifikanten Unterschied zwischen der rekonstruierten und gesunden Achillessehne ($p < 0,05$). (Tab. 8 & Abb. 11)

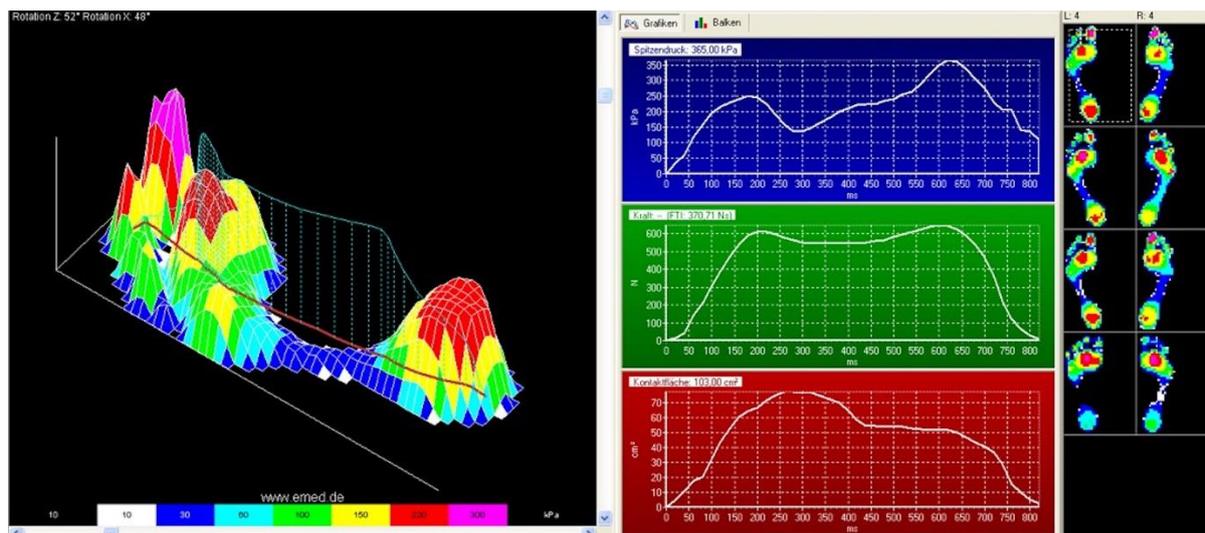


Abb. 11: Messung der Fußsohlenkontaktfläche bei Laufen über die emed® Pedograph Plattform (emed®-system, novel gmbh, München) nach Achillessehnenrekonstruktion mit freie ALT und Faszia lata Lappenplastik.

Tab. 7: Postoperative Nachuntersuchungsergebnisse im Falle einer Achillessehnen- und Weichteil-Rekonstruktion unter Verwendung der mikrovaskulären ALT Lappenplastik unter Einschluss der Faszia lata.

	Rekonstruierte Achillessehne	Gesunde Achillessehne	p-Wert
Sensibilität			
Tiefensensibilität*	22	25	0.118
Monofilament Test	8	25	< 0.001
Dorsal Extension (Grad)			
Median	15.0 SD 7.0	17.0 SD 7.7	0.067
Range	10 - 30	10 - 35	
Plantar Flexion (Grad)			
Median	39.0 SD 12.3	50.0 SD 15.6	0.034
Range	18 - 50	20 - 65	
Bewegungsausmaß (Grad)			
Median	54.0 SD 18.0	65.0 SD 20.1	0.039
Range	27 - 80	34 - 95	
(n)	25	25	

SD: Standardabweichung

* Unter Verwendung einer Stimmgabel bestimmt (128 Hz)

Tab. 8: Objektive Druckmessung der Patienten bei denen eine Achillessehnen- und Weichteil-Rekonstruktion unter Verwendung der mikrovasculären ALT Lappenplastik unter Einschluss der Faszia lata.

	Rekonstruierte Achillessehne	Gesunde Achillessehne	p-Wert
Spitzendruck – Drücken (kPA)			
Median	550 SD 306.4	653.3 SD 212.8	0.937
Range	240 - 1125	255 - 955	
Spitzendruck – Laufen (kPA)			
Median	739.1 SD 200.1	783.3 SD 245.5	0.699
Range	435 - 970	340 - 1150	
Kraft – Laufen (Ns)			
Median	716.6 SD 223.3	729.8 SD 161.9	0.937
Range	236.3 - 1071.2	370.7 - 880.0	
Fußsohlenkontaktfläche (cm²)			
Median	121.2 SD 24.0	133.4 SD 25.5	0.937
Range	104.5 - 164.0	103 - 171.8	
(n)	7	7	

SD: Standardabweichung

Schlussfolgerung

In Fällen, bei denen aufgrund einer erneuten Ruptur der Achillessehnen und signifikanten Weichteildefekt eine sekundäre Rekonstruktion der Achillessehne sowie des darüber liegenden Hautmantels nötig ist, sollte die mikrochirurgische Rekonstruktion unter Verwendung der mikrovasculären ALT-Lappenplastik unter Einschluss eines ausreichend großen Anteils der Faszia lata erfolgen. Dies ist eine sichere und funktionell gut belastbare therapeutische Option um eine suffiziente Achillessehnen Rekonstruktion zu ermöglichen.

4.4 Stellenwert der Plastischen Chirurgie in der interdisziplinären

Zusammenarbeit

4.4.1 Interdisziplinäre Plastische Chirurgie – Chancen, Voraussetzungen und Hemmnisse der Rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Klinikum der Maximalversorgung

Ehrl D, Giunta RE

Interdisziplinäre Plastische Chirurgie – Chancen, Voraussetzungen und Hemmnisse der Rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Klinikum der Maximalversorgung.

Handchir Mikrochir Plast Chir. 2019 Apr; 51:1-11; Doi:10.1055/a-0898-3669. [Accepted for Publication]

Hintergrund

Die Einführung der mikrochirurgischen Gewebetransplantation hat die Möglichkeiten der operativen Rekonstruktionen revolutioniert. Dennoch hat sich vielerorts die Organisationsstruktur an die neue Realität in der Medizin noch nicht angepasst [100]. An Kliniken der Maximalversorgung ist für eine zeitgemäße sowie bestmögliche interdisziplinäre Behandlung von komplexen Weichteildefekten nach ausgedehnten Traumata, tiefgreifenden Infektionen sowie Tumorentfernungen eine eigenständige Infrastruktur für Plastische Chirurgie heutzutage essentiell [33, 91]. Dennoch sind aktuell bei weitem nicht an allen 35 Universitätskliniken in Deutschland eigenständige plastisch-chirurgische Zentren vorhanden [2, 37, 91]. Zu oft wird aufwändige interdisziplinäre Plastische Chirurgie noch immer durch einzelne Oberärzte an Abteilungen der beiden großen chirurgischen Fachgebiete ohne jede Infrastruktur oder gar durch Konsiliarärzte aus Praxen geleistet [37]. Diese Arbeit soll den Stellenwert, die Chancen, aber auch die Hemmnisse der rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Universitätsklinikum in der interdisziplinären Zusammenarbeit anhand der Fälle eines Jahres untersuchen und Chancen und Hemmnisse aufzeigen.

Patienten und Methoden

Im Jahre 2018 wurden bei 47 Patienten an einem Standort einer universitären Plastischen Chirurgie 50 freie mikrochirurgische Defektrekonstruktionen durchgeführt. Die Daten der Patienten wurden retrospektiv nach Demographie, Komorbiditäten, perioperativen Details, interdisziplinärer Zusammenhang, Hospitalisierung, Komplikationen sowie Endergebnissen untersucht. Die Patienten wurden in Bezug auf die Hospitalisierung in zwei Gruppen unterteilt: einzig durch die Abteilung für Plastische Chirurgie (primär) vs. in der interdisziplinären Zusammenarbeit (sekundär) behandelt.

Bei den Patienten die in der interdisziplinären Zusammenarbeit behandelt (sekundär) wurden erfolgte eine gesonderte Auswertung, bzgl. der Anzahl der wie an der operativen Therapie beteiligt Fachdisziplinen, in wessen OP Kapazität und mit welchem Personal die Operation erfolgt war, in welchem Bettenkontingent der Patient postoperativ geführt wurde und wie das postoperative Lappen Monitoring erfolgt war.

Die Arbeit zeigt verschiedene Beispiele von Rekonstruktionen nach neurochirurgischer (Abb. 12) und thoraxchirurgischer (Abb. 13a, b, c) Malignom Resektion sowie zum Extremitätenerhalt nach komplexem Trauma (Abb. 14 a, b, c).



Abb. 12: Rechts: Ausgedehnter Weichteildefekt Stirn/Nasenbasis rechts/frontal verursacht durch ein Plattenepithelkarzinom bei einer 79-jährigen Patientin. Mitte: intraoperativer Situs: Enukleation rechts, ossäre Resektion der Frontobasis und Rekonstruktion mittels Titan

Platte. Links: Kontrolluntersuchung nach 6 postoperativen Monaten. Weichteildefektdeckung mittels Latissimus dorsi Lappenplastik sowie Spalthaut vom Oberschenkel rechts.

Ergebnisse

Es wurden 50 freie mikrochirurgische Lappenplastiken nach komplexen Traumata (23,4%), Infektionen (25,5%), Tumorresektionen (42,6%), pAVK (4,2%) sowie sekundären Lymphödemen (4,2%) durchgeführt. Dabei erfolgte bei 76,6% der Patienten eine mikrochirurgische Defektdeckung in der interdisziplinären Zusammenarbeit (Unfall-: 19,1%; Neuro-: 19,1%; Thorax-: 4,3%; Herz-: 2,1%; Gefäßchirurgie: 2,1%; Orthopädie: 25,5%; Internistisch: 4,3%). (Tab. 9)

Die Hospitalisierungszeit vor und nach Defektdeckung ergab einen signifikanten verkürzten Aufenthalt bei Patienten die primär Plastisch-chirurgisch operiert wurden gegenüber Patienten bei denen erst sekundär eine plastisch-chirurgische Therapiestrategie miteinbezogen wurde ($p < 0,05$).

Bei den in der interdisziplinären Zusammenarbeit versorgten Patienten waren an der operativen Versorgung in 89,2% ($n=33$) der Fälle mindestens zwei verschiedene operative Fachbereiche beteiligt. Diese Operationen wurden in 56,8% ($n=21$) der Fälle in der Operationskapazität andere Fachdisziplinen durchgeführt. Bei 24,3% ($n=9$) der freien mikrovaskulären Defektrekonstruktionen war keine plastisch-chirurgisch bzw. mikrochirurgisch erfahrene OP-Pflegekraft beteiligt. In den anderen 28 Fällen konnte ein entsprechend erfahrene OP-Pflegekraft bereitgestellt werden. Postoperativ wurden 43,2% der freien Lappenplastiken nicht auf der plastisch-chirurgischen Station betreut. Bei all diesen Patienten erfolgte das postoperative Lappen-Monitoring durch die entsprechenden ungeschulten Pflegekräfte der jeweiligen Stationen sowie mit Hilfe des O2C.

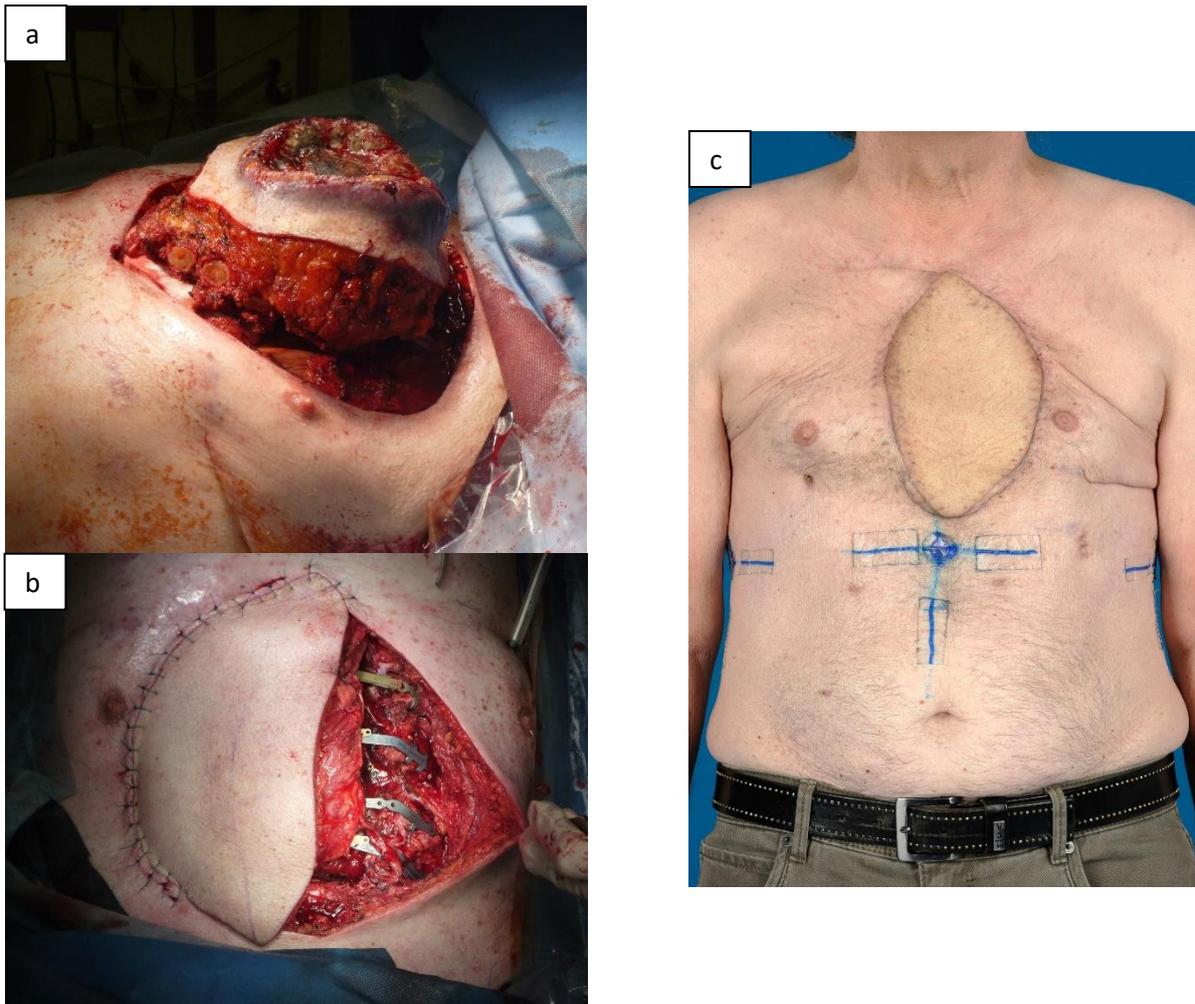


Abb. 13a: Intraoperatives Bild nach Resektion einer großen, exulzerierten thorakalen Hautmetastase (16 x 12 cm) eines nicht kleinzelligen Bronchialkarzinoms. b: Intraoperatives Bild nach Tumorresektion und Stabilisierung des Thorax mit fünf Edelstahl-Thorax-Bügeln; Weichteildefektdeckung mittels großer, freier myokutaner M. vastus lateralis-Lappenplastik (24 x 14 cm). c: Befund im Rahmen einer Kontrolluntersuchung nach 8 postoperativen Wochen und Planung der adjuvanten Strahlentherapie.

Schlussfolgerung

Die interdisziplinäre Plastische Chirurgie hat einen zentralen Stellenwert bei der zeitgemäßen Behandlung von komplexen chirurgischen Defektrekonstruktionen nach Tumorresektion, Infektion oder Traumata in Kliniken der Maximalversorgung. Die Plastische Chirurgie leistet einen großen Beitrag in der Behandlung von Komplikationen anderer Fachgebiete. Gleichzeitig ist für aufwändige rekonstruktive Mikrochirurgie eine Mindest-Infrastruktur notwendig, die in Bezug auf die Organisationsstruktur auch eine vollständige

Unabhängigkeit von anderen Fachgebieten mit entsprechenden Bettenressourcen, Pflegekräften im OP und auf Station beinhaltet. Nur so kann eine optimale peri- und postoperative Verfahrenssicherheit bei komplexen mikrochirurgischen Rekonstruktionen gewährleistet werden. Aus diesem Grunde sollte für eine bestmögliche Patientenversorgung an allen Kliniken der Maximalversorgung und im speziellen an allen 35 Universitätskliniken eine eigenständige sowie entsprechend personell besetzte Plastische Chirurgie vorhanden sein. Dies ist bedauerlicherweise auch 25 Jahre nach Einführung des Fachgebiets Plastische Chirurgie in Deutschland immer noch nicht der Fall und bedarf einer Änderung.



Abb. 14a: Komplexe Unterschenkelfraktur Typ IIIc Fraktur nach Gustilo-Anderson. b: Befund am Ende der Rekonstruktion zwei Tage nach dem initialen Unfallereignis sowie Revaskularisation des Unterschenkels. Defektdeckung mittels myokutaner M. latissimus dorsi-Lappenplastik. c: Kontrolluntersuchung 4,5 Monate nach Unfallereignis.

Tab. 9. Demografie aller Patienten, bei denen im Jahre 2018 aufgrund eines komplexen traumatologischen, infektiösen oder tumorbedingten Krankheitsbildes mit einer freien mikrovaskulären Lappenplastik versorgten Patienten.

Charakteristika	operierte Patienten
Anzahl von Patienten (n)	47
Männer : Frauen	33 : 14
Mittleres Alter (J)	64 SD 18,6 (20 – 69)
Ätiologie des Defektes (n)	
Trauma	11 (23,4%)
Infektion	12 (25,5%)
Malignom	20 (42,6%)
Lymphödem	2 (4,2%)
pAVK	2 (4,2%)
Interdisziplinäre Zusammenarbeit (n)	
Ja	36 (76,6%)
Nein*	11 (23,4%)
Zuweisende Hautabteilung	
Unfallchirurgie	9 (19,1%)
Orthopädie	12 (25,5%)
Neurochirurgie	9 (19,1%)
Sonstige	6 (12,8%)

ASA: Klassifikation des physischen Status der amerikanischen Gesellschaft der Anästhesisten; pAVK: periphere arterielle Verschlusskrankheit; * einzig durch die Plastische Chirurgie behandelt

5. Ausblick

Durch die kontinuierliche Weiterentwicklung der Medizintechnik sowie der chirurgischen Fähigkeiten hat sich die Mikrochirurgie in den vergangenen Jahrzehnten rasant entwickelt. So werden hoch komplexe mikrochirurgische Operationen zunehmend in zahlreichen Bereichen der Medizin erfolgreich sowie sicher eingesetzt. In den vergangenen Jahren zeigt sich eine Entwicklung hin zur Supra-Mikrochirurgie [54, 59]. Um dieser schnellen Entwicklung gerecht zu werden und trotz allem eine sehr gute Verfahrenssicherheit für den Patienten zu gewährleisten, ist es essentiell, wie in den Arbeiten der vorliegenden kumulativen Habilitation dargestellt, kontinuierlich Risikofaktoren sowie verschiedenste peri- und postoperative Aspekte zu analysieren und optimieren. Nur so ist es möglich, dass die Mikrochirurgie weiterhin eine sichere und effektive Behandlungsmethode bleibt, die sich im Speziellen für hochkomplexe interdisziplinäre Fälle eignet. Interdisziplinarität in der Medizin insgesamt bedeutet, dass jede Fachabteilung ihre Methoden, Kompetenzen und Expertise für die individuelle, effektive und optimale Therapie eines Patienten umgehend sowie umfassend einbringt. Durch den demographischen Wandel und den steigenden finanziellen Kostendrucks in der Medizin, ist die interdisziplinäre Zusammenarbeit einer der zentralen Aspekte. Moderne Kliniken der Maximalversorgung zeichnen sich heutzutage durch exzellente interdisziplinäre Kooperation der verschiedenen Fachgebiete im Sinne des Patienten aus. Nur so kann Interdisziplinarität optimal umgesetzt werden, sich zum Wohl des Patienten weiterentwickeln und dadurch zu einer Qualitätsverbesserung in der Patientenversorgung führen. Leider wird gerade der Stellenwert der Plastischen Chirurgie für den Patienten in einer kompetenten interdisziplinären Zusammenarbeit oft nicht berücksichtigt, was jedoch einer entscheidenden Optimierung bedarf. Die Schnittstellen der Plastischen Chirurgie und im speziellen der rekonstruktiven Mikrochirurgie mit all den anderen medizinischen Fächern sind mannigfaltig. Anlässlich des bundesweiten Tages der Plastischen Chirurgie am 16.10.2018 wurden am Klinikum der Universität München die verschiedenen interdisziplinären Kooperationen der Plastischen Chirurgie in einer

anschaulichen Abbildung visualisiert (Abb.15) und anhand diverser Vorträge einem breiten öffentlichen Publikum vorgestellt.

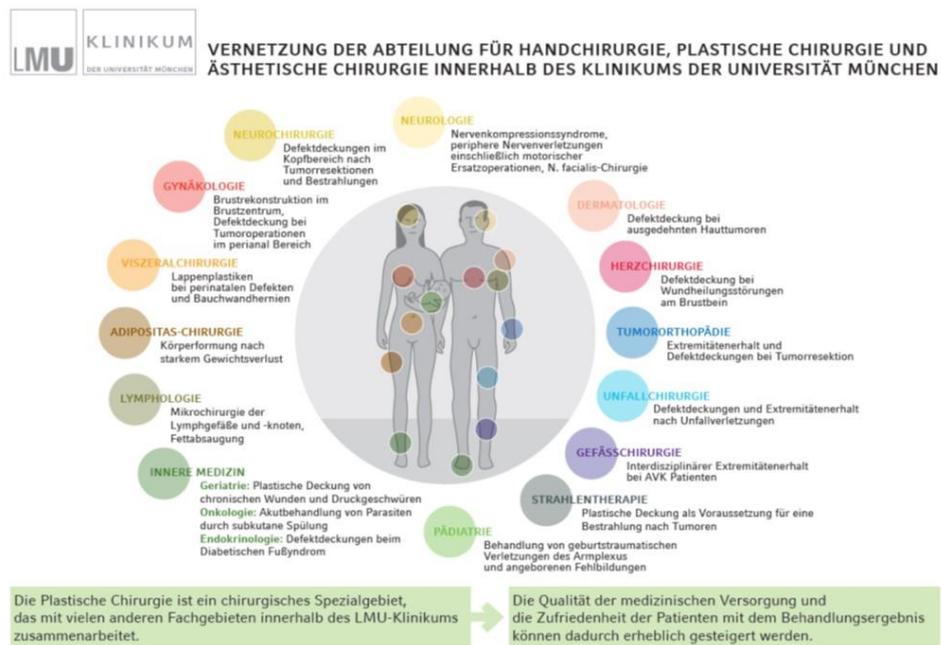


Abb. 15: Übersicht der interdisziplinären Kooperationen der Plastischen Chirurgie am Klinikum der Universität München, anlässlich des bundesweiten Tages der Plastischen Chirurgie am 16.10.2018.

Wie die im Rahmen der vorliegenden kumulativen Habilitationsschrift zusammengefasst und dargestellt, hat die interdisziplinäre Plastische Chirurgie und speziell die Mikrochirurgie einen zentralen Stellenwert bei der Behandlung von chirurgischen Defektrekonstruktionen nach Tumorresektion, Infektion oder Traumata. Daneben leistet die Plastische Chirurgie einen großen Beitrag in der Behandlung von komplexen Komplikationen anderer Fachgebiete.

6. Literaturverzeichnis

1. Agrawal, N.K. and V. Bhattacharya, *V-Y gastrocnemius muscle slide with turnover fascial flap for compound Achilles defects: a simple solution*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2010. **63**(4): p. e406-10.
2. Alawi, S.A., S. Bohr, J.P. Stromps, Z. Alharbi, and N. Pallua, *[Research Assessment in Plastic and Reconstructive Surgery on a National Level: A 5-Years Systematic Review of Research Activity in German University Hospitals]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2016. **48**(2): p. 73-7.
3. Ampofo, E., D. Widmaier, M. Montenarh, M.D. Menger, and M.W. Laschke, *Protein Kinase CK2 Regulates Leukocyte-Endothelial Cell Interactions during Ischemia and Reperfusion in Striated Skin Muscle*. Eur Surg Res, 2016. **57**(1-2): p. 111-24.
4. Bauermeister, A.J., A. Zuriarrain, M. Newman, S.A. Earle, and M.A. Medina, 3rd, *Impact of Continuous Two-Team Approach in Autologous Breast Reconstruction*. J Reconstr Microsurg, 2017. **33**(4): p. 298-304.
5. Bauermeister, A.J., A. Zuriarrain, M. Newman, S.A. Earle, and M.A. Medina, 3rd, *Impact of Continuous Two-Team Approach in Autologous Breast Reconstruction*. J Reconstr Microsurg, 2017.
6. Beasley, N.J., R.W. Gilbert, P.J. Gullane, D.H. Brown, J.C. Irish, and P.C. Neligan, *Scalp and forehead reconstruction using free revascularized tissue transfer*. Arch Facial Plast Surg, 2004. **6**(1): p. 16-20.
7. Birgfeld, C.B. and B. Chang, *The periglabella flap for closure of central forehead defects*. Plast Reconstr Surg, 2007. **120**(1): p. 130-3.
8. Blackburn, G.L., B.R. Bistrain, B.S. Maini, H.T. Schlamm, and M.F. Smith, *Nutritional and metabolic assessment of the hospitalized patient*. JPEN J Parenter Enteral Nutr, 1977. **1**(1): p. 11-22.
9. Boehme, M.W., G. Buechele, J. Frankenhauser-Mannuss, J. Mueller, D. Lump, B.O. Boehm, and D. Rothenbacher, *Prevalence, incidence and concomitant co-morbidities of type 2 diabetes mellitus in South Western Germany--a retrospective cohort and case control study in claims data of a large statutory health insurance*. BMC Public Health, 2015. **15**: p. 855.
10. Bouleti, C., N. Mewton, and S. Germain, *The no-reflow phenomenon: State of the art*. Arch Cardiovasc Dis, 2015. **108**(12): p. 661-74.
11. Bullocks, J.M., R.M. Hickey, C.B. Basu, L.H. Hollier, and J.Y. Kim, *Single-stage reconstruction of Achilles tendon injuries and distal lower extremity soft tissue defects with the reverse sural fasciocutaneous flap*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2008. **61**(5): p. 566-72.
12. Carroll, W.R. and R.M. Esclamado, *Ischemia/reperfusion injury in microvascular surgery*. Head Neck, 2000. **22**(7): p. 700-13.
13. Chang, D.W., G.P. Reece, B. Wang, G.L. Robb, M.J. Miller, G.R. Evans, H.N. Langstein, and S.S. Kroll, *Effect of smoking on complications in patients undergoing free TRAM flap breast reconstruction*. Plast Reconstr Surg, 2000. **105**(7): p. 2374-80.
14. Chang, E.I., E.I. Chang, M.A. Soto-Miranda, H. Zhang, N. Nosrati, M.A. Crosby, G.P. Reece, G.L. Robb, and D.W. Chang, *Comprehensive Evaluation of Risk Factors and Management of Impending Flap Loss in 2138 Breast Free Flaps*. Ann Plast Surg, 2016. **77**(1): p. 67-71.
15. Chang, S.Y., J.J. Huang, C.K. Tsao, A. Nguyen, K. Mittakanti, C.Y. Lin, and M.H. Cheng, *Does ischemia time affect the outcome of free fibula flaps for head and neck reconstruction? A review of 116 cases*. Plast Reconstr Surg, 2010. **126**(6): p. 1988-95.
16. Chen, W.F., Y.P. Kung, Y.C. Kang, W.T. Lawrence, and C.K. Tsao, *An old controversy revisited-one versus two venous anastomoses in microvascular head and neck reconstruction using anterolateral thigh flap*. Microsurgery, 2014. **34**(5): p. 377-83.
17. Cherry, G.W., E. Austad, K. Pasyk, K. McClatchey, and R.J. Rohrich, *Increased survival and vascularity of random-pattern skin flaps elevated in controlled, expanded skin*. Plast Reconstr Surg, 1983. **72**(5): p. 680-7.

18. Cohen, B.E., *Beneficial effect of staged division of pedicle in experimental axial-pattern flaps*. *Plast Reconstr Surg*, 1979. **64**(3): p. 366-71.
19. Converse, J.M., M. Filler, and D.L. Ballantyne, Jr., *Vascularization of Split-Thickness Skin Autografts in the Rat*. *Transplantation*, 1965. **3**: p. 22-7.
20. DeFazio, M.V., K.D. Han, and K.K. Evans, *Functional reconstruction of a combined tendocutaneous defect of the achilles using a segmental rectus femoris myofascial construct: a viable alternative*. *Arch Plast Surg*, 2014. **41**(3): p. 285-9.
21. Deutsche Gesellschaft der Plastischen, R.u.Ä.C., *Plastische Chirurgie - Die 4 zentralen Säulen*. <https://www.dgpraec.de/plastische-chirurgie/rekonstruktive-chirurgie>.
22. Ehrl, D., P.I. Heidekrueger, E.M. Haas, M. Coenen, R. Giunta, M. Ninkovic, and P.N. Broer, *Does Cigarette Smoking Harm Microsurgical Free Flap Reconstruction?* *J Reconstr Microsurg*, 2018. **34**(7): p. 492-498.
23. Ehrl, D., P.I. Heidekrueger, A. Heine-Geldern, M. Ninkovic, and P.N. Broer, *One versus Two Venous Anastomoses in Microvascular Upper Extremity Reconstruction*. *J Reconstr Microsurg*, 2017. **33**(7): p. 502-508.
24. Ehrl, D., P.I. Heidekrueger, M. Ninkovic, and P.N. Broer, *Effect of Preoperative Medical Status on Microsurgical Free Flap Reconstructions: A Matched Cohort Analysis of 969 Cases*. *J Reconstr Microsurg*, 2018. **34**(3): p. 170-175.
25. Ehrl, D., P.I. Heidekrueger, M. Ninkovic, and P.N. Broer, *Impact of Duration of Perioperative Ischemia on Outcomes of Microsurgical Reconstructions*. *J Reconstr Microsurg*, 2018. **34**(5): p. 321-326.
26. Ehrl, D., P. Niclas Broer, P.I. Heidekrueger, and M. Ninkovic, *Microsurgical Forehead Reconstruction*. *J Craniofac Surg*, 2017. **28**(1): p. 212-217.
27. Engel, H., C.H. Lin, and F.C. Wei, *Role of microsurgery in lower extremity reconstruction*. *Plast Reconstr Surg*, 2011. **127 Suppl 1**: p. 228S-238S.
28. Fernandez, E.J., R.D. Nadal, S.M. Gonzalez, and H.H. Caffee, *The effect of stasis on a microvascular anastomosis*. *Microsurgery*, 1983. **4**(3): p. 176-7.
29. Franco, M.J., M.C. Nicoson, R.P. Parikh, and T.H. Tung, *Lower Extremity Reconstruction with Free Gracilis Flaps*. *J Reconstr Microsurg*, 2017. **33**(3): p. 218-224.
30. Giunta, R., *[Weichteildefekte mit Osteomyelitiden im Bereich der Extremitäten – Therapie durch freie Lappenplastiken]*. *Trauma Berufskrankh*, 2012. **14**(Suppl 2): p. 239-242.
31. Giunta, R., A. Geisweid, B. Lukas, and A.M. Feller, *[Treatment and outcome of complications after free flap-plasty]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2000. **32**(3): p. 176-80.
32. Giunta, R., A. Geisweid, B. Lukas, A.M. Feller, and E. Biemer, *[Individual perforator flaps of the upper extremity]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2002. **34**(4): p. 224-9.
33. Giunta, R.E., *[About Solidarity among Surgical Specialties or "If you don't Sit at the Table, You are on the Menu"]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2016. **48**(2): p. 61-4.
34. Giunta, R.E., A. Geisweid, and A.M. Feller, *The value of preoperative Doppler sonography for planning free perforator flaps*. *Plast Reconstr Surg*, 2000. **105**(7): p. 2381-6.
35. Giunta, R.E., T. Holzbach, C. Taskov, P.S. Holm, T. Brill, R. Busch, B. Gansbacher, and E. Biemer, *Prediction of flap necrosis with laser induced indocyanine green fluorescence in a rat model*. *Br J Plast Surg*, 2005. **58**(5): p. 695-701.
36. Giunta, R.E. and H.G. Machens, *[Science and research in academic plastic surgery in Germany]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2009. **41**(6): p. 359-63.
37. Giunta, R.E., N. Mollhoff, R.E. Horch, L. Prantl, J.P. Beier, A. Daigeler, A. Dragu, S.U. Eisenhardt, P.C. Fuchs, G. Germann, T. Hirsch, M. Infanger, R. Jakubietz, U. Kneser, S. Langer, M. Lehnhardt, H.G. Machens, P. Mailander, B. Reichert, C. Radtke, D.J. Schaefer, F. Siemers, G.B. Stark, H.U. Steinau, and P.M. Vogt, *[Registry Research Funding of the German Society of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (DGPRAC) and Research Funding Report 2017/2018]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2018.

38. Gonzalez-Ulloa, M., *Restoration of the face covering by means of selected skin in regional aesthetic units*. Br J Plast Surg, 1956. **9**(3): p. 212-21.
39. Gottlieb, L.J. and L.M. Krieger, *From the reconstructive ladder to the reconstructive elevator*. Plast Reconstr Surg, 1994. **93**(7): p. 1503-4.
40. Gurlek, A., S.S. Kroll, and M.A. Schusterman, *Ischemic time and free flap success*. Ann Plast Surg, 1997. **38**(5): p. 503-5.
41. Hanasono, M.M., *Discussion: Comparison of Single and Double Venous Anastomoses in Head and Neck Oncologic Reconstruction Using Free Flaps: A Meta-Analysis*. Plast Reconstr Surg, 2016. **137**(5): p. 1595-6.
42. Hanasono, M.M., E. Kocak, O. Ogunleye, C.J. Hartley, and M.J. Miller, *One versus two venous anastomoses in microvascular free flap surgery*. Plast Reconstr Surg, 2010. **126**(5): p. 1548-57.
43. Harder, Y., M. Amon, M.W. Laschke, R. Schramm, M. Rucker, R. Wettstein, J. Bastiaanse, A. Frick, H.G. Machens, M. Kuntscher, G. Germann, B. Vollmar, D. Erni, and M.D. Menger, *An old dream revitalised: preconditioning strategies to protect surgical flaps from critical ischaemia and ischaemia-reperfusion injury*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2008. **61**(5): p. 503-11.
44. Harii, K., K. Ohmori, and J. Sekiguchi, *The free musculocutaneous flap*. Plast Reconstr Surg, 1976. **57**(3): p. 294-303.
45. Heidekrueger, P.I., D. Ehrl, A. Heine-Geldern, M. Ninkovic, and P.N. Broer, *One versus two venous anastomoses in microvascular lower extremity reconstruction using gracilis muscle or anterolateral thigh flaps*. Injury, 2016. **47**(12): p. 2828-2832.
46. Heidekrueger, P.I., D. Ehrl, M. Ninkovic, A. Thiha, L. Prantl, F. Herter, C. Mueller, and P.N. Broer, *The spreaded gracilis flap revisited: Comparing outcomes in lower limb reconstruction*. Microsurgery, 2017. **37**(8): p. 873-880.
47. Heidekrueger, P.I., A. Heine-Geldern, M. Ninkovic, F. Herter, D. Schmauss, T. Aung, and P.N. Broer, *Microsurgical reconstruction in patients greater than 80 years old*. Microsurgery, 2017. **37**(6): p. 546-551.
48. Hicks, D.L. and D. Watson, *Soft tissue reconstruction of the forehead and temple*. Facial Plast Surg Clin North Am, 2005. **13**(2): p. 243-51, vi.
49. Hoffmann, T.K., J. Arnolds, P.J. Schuler, E. Kultas, J. Greve, N. Mansour, M. Bas, S. Lang, and A. Hilpert, *[Secondary wound healing. Effective treatment concept after basal cell carcinoma resection in the central midface]*. HNO, 2012. **60**(7): p. 605-10.
50. Huang, L. and L. Wenzhi, *The role of the undermining during circular excision of secondary intention healing*. Am Surg, 2014. **80**(6): p. 587-94.
51. Huemer, G.M., K.M. Dunst, H. Maurer, and M. Ninkovic, *Area enlargement of the gracilis muscle flap through microscopically aided intramuscular dissection: ideas and innovations*. Microsurgery, 2004. **24**(5): p. 369-73.
52. Huemer, G.M., L. Larcher, T. Schoeller, and T. Bauer, *The free gracilis muscle flap in achilles tendon coverage and reconstruction*. Plast Reconstr Surg, 2012. **129**(4): p. 910-9.
53. Ichinose, A., H. Terashi, M. Nakahara, I. Sugimoto, K. Hashikawa, T. Nomura, N. Ogata, S. Yokoo, and S. Tahara, *Do multiple venous anastomoses reduce risk of thrombosis in free-flap transfer? Efficacy of dual anastomoses of separate venous systems*. Ann Plast Surg, 2004. **52**(1): p. 61-3.
54. Iida, T., M. Mihara, H. Yoshimatsu, M. Narushima, and I. Koshima, *Reconstruction of the external auditory canal using a super-thin superficial circumflex iliac perforator flap after tumour resection*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2013. **66**(3): p. 430-3.
55. Innocenti, M., M. Tani, C. Carulli, S. Ghezzi, A. Raspanti, and G. Menichini, *Radial forearm flap plus Flexor Carpi Radialis tendon in Achilles tendon reconstruction: Surgical technique, functional results, and gait analysis*. Microsurgery, 2015. **35**(8): p. 608-14.
56. Janis, J.E., R.K. Kwon, and C.E. Attinger, *The new reconstructive ladder: modifications to the traditional model*. Plast Reconstr Surg, 2011. **127 Suppl 1**: p. 205S-212S.
57. Kaser, S.A., R. Zengaffinen, M. Uhlmann, C. Glaser, and C.A. Maurer, *Primary wound closure with a Limberg flap vs. secondary wound healing after excision of a pilonidal*

- sinus: a multicentre randomised controlled study*. Int J Colorectal Dis, 2015. **30**(1): p. 97-103.
58. Kastanis, G., A. Topalidou, K. Alpantaki, M. Rosiadis, and K. Balalis, *Is the ASA Score in Geriatric Hip Fractures a Predictive Factor for Complications and Readmission?* Scientifica (Cairo), 2016. **2016**: p. 7096245.
 59. Kato, M., S. Watanabe, A. Watanabe, H. Utsunomiya, T. Yokoyama, and T. Watanabe, *Video Super-microsurgery Amplified using Close-up Lens Filter on the Operative Field Camera: Preliminary Report*. Plast Reconstr Surg Glob Open, 2018. **6**(8): p. e1875.
 60. Kemper, R., R.E. Horch, R.E. Giunta, and L. Prantl, *[Interdisciplinarity in German academic Plastic Surgery - irrelevant or forward-looking?]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, 2019.
 61. Kerrigan, C.L. and R.K. Daniel, *Critical ischemia time and the failing skin flap*. Plast Reconstr Surg, 1982. **69**(6): p. 986-9.
 62. Kerrigan, C.L. and M.A. Stotland, *Ischemia reperfusion injury: a review*. Microsurgery, 1993. **14**(3): p. 165-75.
 63. Khiabani, K.T. and C.L. Kerrigan, *The effects of the nitric oxide donor SIN-1 on ischemia-reperfused cutaneous and myocutaneous flaps*. Plast Reconstr Surg, 2002. **110**(1): p. 169-76.
 64. Khouri, R.K., B.C. Cooley, A.R. Kunselman, J.R. Landis, P. Yeramian, D. Ingram, N. Natarajan, C.O. Benes, and C. Wallemark, *A prospective study of microvascular free-flap surgery and outcome*. Plast Reconstr Surg, 1998. **102**(3): p. 711-21.
 65. Kim, C.H., M.S. Tark, C.Y. Choi, S.G. Kang, and Y.B. Kim, *A single-stage reconstruction of a complex Achilles wound with modified free composite lateral arm flap*. J Reconstr Microsurg, 2008. **24**(2): p. 127-30.
 66. Kim, H.K., B. Park, T.H. Bae, and W.S. Kim, *Comparative study of the postoperative complications of microvascular surgery in elderly and young patients*. J Reconstr Microsurg, 2011. **27**(4): p. 219-24.
 67. Klein, H.J., N. Fuchs, T. Mehra, R. Schweizer, T. Giesen, M. Calcagni, G.F. Huber, P. Giovanoli, and J.A. Plock, *Extending the limits of reconstructive microsurgery in elderly patients*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2016. **69**(8): p. 1017-23.
 68. Knobloch, K., C. Herold, and P.M. Vogt, *[Free latissimus dorsi flap transfer for reconstruction of soft tissue defects of the lower extremity]*. Oper Orthop Traumatol, 2012. **24**(2): p. 122-30.
 69. Knobloch, K. and P.M. Vogt, *The reconstructive clockwork of the twenty-first century: an extension of the concept of the reconstructive ladder and reconstructive elevator*. Plast Reconstr Surg, 2010. **126**(4): p. 220e-2e.
 70. Kolb, G.F. and L. Weissbach, *[Demographic change: Changes in society and medicine and developmental trends in geriatrics]*. Urologe A, 2015. **54**(12): p. 1701-9.
 71. Kolbenschlag, J., S. Hellmich, G. Germann, and K. Megerle, *Free tissue transfer in patients with severe peripheral arterial disease: functional outcome in reconstruction of chronic lower extremity defects*. J Reconstr Microsurg, 2013. **29**(9): p. 607-14.
 72. Kruse-Losler, B., D. Presser, U. Meyer, C. Schul, T. Luger, and U. Joos, *Reconstruction of large defects on the scalp and forehead as an interdisciplinary challenge: experience in the management of 39 cases*. Eur J Surg Oncol, 2006. **32**(9): p. 1006-14.
 73. Lavelle, E.A., R. Cheney, and W.F. Lavelle, *Mortality Prediction in a Vertebral Compression Fracture Population: the ASA Physical Status Score versus the Charlson Comorbidity Index*. Int J Spine Surg, 2015. **9**: p. 63.
 74. Lee, K.T., J.E. Lee, S.J. Nam, and G.H. Mun, *Ischaemic time and fat necrosis in breast reconstruction with a free deep inferior epigastric perforator flap*. J Plast Reconstr Aesthet Surg, 2013. **66**(2): p. 174-81.
 75. Lin, C.H., Y.T. Lin, J.T. Yeh, and C.T. Chen, *Free functioning muscle transfer for lower extremity posttraumatic composite structure and functional defect*. Plast Reconstr Surg, 2007. **119**(7): p. 2118-26.
 76. Marx, G.F., C.V. Mateo, and L.R. Orkin, *Computer analysis of postanesthetic deaths*. Anesthesiology, 1973. **39**(1): p. 54-8.

77. May, J.W., Jr., L.A. Chait, B.M. O'Brien, and J.V. Hurley, *The no-reflow phenomenon in experimental free flaps*. *Plast Reconstr Surg*, 1978. **61**(2): p. 256-67.
78. McGregor, I.A. and G. Morgan, *Axial and random pattern flaps*. *Br J Plast Surg*, 1973. **26**(3): p. 202-13.
79. Morgan, D.B., G.L. Hill, and L. Burkinshaw, *The assessment of weight loss from a single measurement of body weight: the problems and limitations*. *Am J Clin Nutr*, 1980. **33**(10): p. 2101-5.
80. Muresan, C., H.G. Hui-Chou, A.H. Dorafshar, P.N. Manson, and E.D. Rodriguez, *Forehead reconstruction with microvascular flaps: utility of aesthetic subunits*. *J Reconstr Microsurg*, 2012. **28**(5): p. 319-26.
81. Prause, G., A. Offner, B. Ratzenhofer-Komenda, M. Vicenzi, J. Smolle, and F. Smolle-Juttner, *Comparison of two preoperative indices to predict perioperative mortality in non-cardiac thoracic surgery*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1997. **11**(4): p. 670-5.
82. Prause, G., B. Ratzenhofer-Comenda, G. Pierer, F. Smolle-Juttner, H. Glanzer, and J. Smolle, *Can ASA grade or Goldman's cardiac risk index predict peri-operative mortality? A study of 16,227 patients*. *Anaesthesia*, 1997. **52**(3): p. 203-6.
83. Pu, L.L. and M. Mirmanesh, *The Role of Plastic Surgery at an Academic Medical Center in the United States*. *Ann Plast Surg*, 2017. **78**(5): p. 481-486.
84. Reus, W.F., 3rd, L.B. Colen, and D.J. Straker, *Tobacco smoking and complications in elective microsurgery*. *Plast Reconstr Surg*, 1992. **89**(3): p. 490-4.
85. Reus, W.F., M.C. Robson, L. Zachary, and J.P. Heggors, *Acute effects of tobacco smoking on blood flow in the cutaneous micro-circulation*. *Br J Plast Surg*, 1984. **37**(2): p. 213-5.
86. Riot, S., C. Herlin, A. Mojallal, I. Garrido, N. Bertheuil, T. Filleron, S. Somda, J.L. Grolleau, R. Lopez, and B. Chaput, *A Systematic Review and Meta-Analysis of Double Venous Anastomosis in Free Flaps*. *Plast Reconstr Surg*, 2015. **136**(6): p. 1299-311.
87. Ronel, D.N., M.I. Newman, L.B. Gayle, and L.A. Hoffman, *Recent advances in the reconstruction of complex Achilles tendon defects*. *Microsurgery*, 2004. **24**(1): p. 18-23.
88. Ross, G.L., E.S. Ang, D. Lannon, P. Addison, A. Golger, C.B. Novak, J.E. Lipa, P.J. Gullane, and P.C. Neligan, *Ten-year experience of free flaps in head and neck surgery. How necessary is a second venous anastomosis?* *Head Neck*, 2008. **30**(8): p. 1086-9.
89. Santoni-Rugiu, P. and P. Sykes, *A History of Plastic Surgery*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.
90. Saunders, D.E., J. Hochberg, and W. Wittenborn, *Treatment of total loss of the Achilles tendon by skin flap cover without tendon repair*. *Plast Reconstr Surg*, 1978. **62**(5): p. 708-12.
91. Schubert, C.D., F. Haertnagl, J. Elsner, and R.E. Giunta, *[Are autonomous departments better research institutions? Influence of independence on publication performance and study-types in academic Plastic Surgery]*. *Handchir Mikrochir Plast Chir*, 2018. **50**(4): p. 277-283.
92. Serletti, J.M., J.P. Higgins, S. Moran, and G.S. Orlando, *Factors affecting outcome in free-tissue transfer in the elderly*. *Plast Reconstr Surg*, 2000. **106**(1): p. 66-70.
93. Slater, N.J., H.J.H. Zegers, B. Kusters, T. Beune, H.A. van Swieten, and D.J.O. Ulrich, *Ex-vivo oxygenated perfusion of free flaps during ischemia time: a feasibility study in a porcine model and preliminary results*. *J Surg Res*, 2016. **205**(2): p. 292-295.
94. Song, Y.G., G.Z. Chen, and Y.L. Song, *The free thigh flap: a new free flap concept based on the septocutaneous artery*. *Br J Plast Surg*, 1984. **37**(2): p. 149-59.
95. Spear, S.L., I. Ducic, F. Cuoco, and C. Hannan, *The effect of smoking on flap and donor-site complications in pedicled TRAM breast reconstruction*. *Plast Reconstr Surg*, 2005. **116**(7): p. 1873-80.
96. Stannard, J.P., N. Singanamala, and D.A. Volgas, *Fix and flap in the era of vacuum suction devices: What do we know in terms of evidence based medicine?* *Injury*, 2010. **41**(8): p. 780-6.
97. Strecker, W.B., M.B. Wood, and A.R. Schroeder, *Stasis-induced thrombosis of rat microvascular anastomosis*. *J Reconstr Microsurg*, 1987. **4**(1): p. 69-73.

98. Suominen, S. and S. Asko-Seljavaara, *Free flap failures*. *Microsurgery*, 1995. **16**(6): p. 396-9.
99. Tagliacozzi, G., *De curtorum chirurgia per insitionem*. Venice, 1597.
100. Taylor, G.I. and R.K. Daniel, *The free flap: composite tissue transfer by vascular anastomosis*. *Aust N Z J Surg*, 1973. **43**(1): p. 1-3.
101. TerKonda, R.P. and J.M. Sykes, *Concepts in scalp and forehead reconstruction*. *Otolaryngol Clin North Am*, 1997. **30**(4): p. 519-39.
102. Terranova, W., *The use of periosteal flaps in scalp and forehead reconstruction*. *Ann Plast Surg*, 1990. **25**(6): p. 450-6.
103. Thompson, C.M., R.F. Sood, S. Honari, G.J. Carrougher, and N.S. Gibran, *What score on the Vancouver Scar Scale constitutes a hypertrophic scar? Results from a survey of North American burn-care providers*. *Burns*, 2015. **41**(7): p. 1442-8.
104. Tran, N.V., E.W. Buchel, and P.A. Convery, *Microvascular complications of DIEP flaps*. *Plast Reconstr Surg*, 2007. **119**(5): p. 1397-405; discussion 1406-8.
105. Uchida, M., *[Experimental studies on the vascularization of split-thickness autologous skin grafts in the mouth]*. *Shikwa Gakuho*, 1983. **83**(6): p. 653-81.
106. van Adrichem, L.N., R. Hoegen, S.E. Hovius, W.J. Kort, R. van Strik, V.D. Vuzevski, and J.C. van der Meulen, *The effect of cigarette smoking on the survival of free vascularized and pedicled epigastric flaps in the rat*. *Plast Reconstr Surg*, 1996. **97**(1): p. 86-96.
107. van Driel, A.A., M.A. Mureau, D.P. Goldstein, R.W. Gilbert, J.C. Irish, P.J. Gullane, P.C. Neligan, and S.O. Hofer, *Aesthetic and oncologic outcome after microsurgical reconstruction of complex scalp and forehead defects after malignant tumor resection: an algorithm for treatment*. *Plast Reconstr Surg*, 2010. **126**(2): p. 460-70.
108. Weichman, K.E., G. Lam, S.C. Wilson, J.P. Levine, R.J. Allen, N.S. Karp, M. Choi, and V.D. Thanik, *The Impact of Two Operating Surgeons on Microsurgical Breast Reconstruction*. *Plast Reconstr Surg*, 2017. **139**(2): p. 277-284.
109. Whetzel, T.P., M.A. Barnard, and R.B. Stokes, *Arterial fasciocutaneous vascular territories of the lower leg*. *Plast Reconstr Surg*, 1997. **100**(5): p. 1172-83; discussion 1184-5.
110. Wolters, U., T. Wolf, H. Stutzer, and T. Schroder, *ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome*. *Br J Anaesth*, 1996. **77**(2): p. 217-22.
111. Yamamoto, Y., T. Ohura, K. Nohira, T. Sugihara, and H. Fujii, *Two-dimensional analysis of hemodynamic changes in axial and random pattern flaps*. *J Reconstr Microsurg*, 1995. **11**(5): p. 333-7; discussion 338.
112. Yazar, S., C.H. Lin, Y.T. Lin, A.E. Ulusal, and F.C. Wei, *Outcome comparison between free muscle and free fasciocutaneous flaps for reconstruction of distal third and ankle traumatic open tibial fractures*. *Plast Reconstr Surg*, 2006. **117**(7): p. 2468-75; discussion 2476-7.
113. Youn, S.K., S.W. Kim, Y.H. Kim, and K.T. Hwang, *The composite anterolateral thigh flap for achilles tendon and soft tissue defect reconstruction with tendon repair by fascia with double or triple folding technique*. *Microsurgery*, 2015. **35**(8): p. 615-21.
114. Zimmerman, D.D., J.B. Delemarre, M.P. Gosselink, W.C. Hop, J.W. Briel, and W.R. Schouten, *Smoking affects the outcome of transanal mucosal advancement flap repair of trans-sphincteric fistulas*. *Br J Surg*, 2003. **90**(3): p. 351-4.

7. Verzeichnis der dieser kumulativen Habilitationsschrift zugrundeliegenden Originalarbeiten

1. **Ehrl D**, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.
Effect of Preoperative Medical Status on Microsurgical Free Flap Reconstructions: A Matched Cohort Analysis of 969 Cases.
J Reconstr Microsurg. 2017 Oct. doi: 10.1055/s-0037-1607309 **(IF 2017=1,865)**
2. **Ehrl D**, Heidekrueger PI, Haas EM, Coenen M, Giunta R, Ninkovic M, Broer PN.
Does cigarette smoking harm microsurgical free flap reconstruction?
J Reconstr Microsurg. 2018 Apr. doi: 10.1055/s-0038-1639377. **(IF 2018=2,216)**
3. **Ehrl D**, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.
Impact of Two Attendings on the Outcomes of Microvascular Limb Reconstruction.
J Reconstr Microsurg. 2018 Jan. doi: 10.1055/s-0037-1606541. **(IF 2018=2,216)**
4. **Ehrl D***, Heidekrueger PI*, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN.
One versus Two Venous Anastomoses in Microvascular Upper Extremity Reconstruction.
J Reconstr Microsurg. 2017 Sep. doi: 10.1055/s-0037-1602759. **(IF 2017=1,865)**
5. Heidekrueger PI*, **Ehrl D***, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN.
One versus two venous anastomoses in microvascular lower extremity reconstruction using gracilis muscle or anterolateral thigh flaps.
Injury. 2016 Dec. doi: 10.1016/j.injury.2016.10.015. **(IF2016=1,894)**
6. **Ehrl D**, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.
Impact of Duration of Perioperative Ischemia on Outcomes of Microsurgical Reconstructions.
J Reconstr Microsurg. 2018 Jun. doi: 10.1055/s-0037-1621729. **(IF 2018=2,216)**
7. **Ehrl D***, Broer PN*, Heidekrueger PI, Ninkovic M.
Microsurgical Forehead Reconstruction.
J Craniofac Surg. 2017 Jan. doi: 10.1097/SCS.00000000000003275. **(IF 2016=0,788)**

8. Heidekrueger PI*, **Ehrl D***, Ninkovic M, Thiha A, Prantl L, Herter F, Mueller C, Broer PN.
The spreaded gracilis flap revisited: Comparing outcomes in lower limb reconstruction.
Microsurgery. 2017 Nov. doi: 10.1002/micr.30245. **(IF 2018=2,071)**

9. **Ehrl D**, Heidekrueger PI, Schmitt A, Liska F, Ninkovic M, Giunta RE, Broer PN.
The ALT-flap for Achilles tendon reconstruction: Functional outcomes.
Plast Reconstr Surg. 2019 Mar. doi: 10.1097/PRS.0000000000005652. [Epub ahead
of print] **(IF 2018=3.621)**

10. **Ehrl D**, Giunta RE
Interdisziplinäre Plastische Chirurgie – Chancen, Voraussetzungen und Hemmnisse
der Rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Klinikum der Maximalversorgung
Handchir Mikrochir Plast Chir. 2019 Apr. doi:10.1055/a-0898-3669. [Accepted for
Publication] **(IF 2018=0.513)**

(Gesamt IF=19,265)

* Geteilte Erst-Autorenschaft

8. Danksagung

Mein ausdrücklicher Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Riccardo E. Giunta, dass er mir die Möglichkeit gegeben hat mich sowohl im klinischen wie auch im wissenschaftlichen Bereich weiter entwickeln zu können. Mit Deiner tatkräftigen Unterstützung insbesondere auch als verantwortlicher Fachmentor konnte ich meinen Traum verwirklichen, ein akademischer Plastischer Mikrochirurg zu werden.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Milomir Ninkovic. Sie haben mich in meiner plastisch-chirurgischen sowie wissenschaftlichen Ausbildung stets gefördert und geprägt. Damit haben sie maßgeblich dazu beigetragen, dass unsere konstruktive und lehrreiche Zusammenarbeit sowohl zu einem klinischen wie auch akademischen Erfolg geführt hat.

Herrn apl. Prof. Dr. Andreas Frick und Univ.-Prof. Dr. Hans-Roland Dürr, danke ich sehr für ihre Bereitschaft, mich als Fachmentoren durch den Habilitationsprozess zu begleiten.

Mein weiterer spezieller Dank gilt meinen ärztlichen Kollegen/innen die an den verschiedensten Publikationen beteiligt waren und damit einen wesentlichen Beitrag zu dieser Arbeit geleistet haben, insbesondere sind dabei Herr PD Dr. Niclas Broer, PD Dr. Holger Erne und Dr. Paul I. Heidekrüger zu nennen.

Mein liebevoller Dank geht an meine Eltern sowie im speziellen an meine Ehefrau Michaela! Ihr habt mich immer unterstützt, mich motiviert, und mir den Rücken freigehalten, damit ich mich sowohl klinisch als auch akademisch entwickeln konnte. Danke, dass ihr immer für mich da seid!!!

9. Verzeichnis der wissenschaftlichen Veröffentlichungen

Originalarbeiten als Erst- oder Letztautor/in

Anzahl	Titel	IF
1	Interdisziplinäre Plastische Chirurgie – Chancen, Voraussetzungen und Hemmnisse der Rekonstruktiven Mikrochirurgie an einem Klinikum der Maximalversorgung. Ehrl D , Giunta RE Handchir Mikrochir Plast Chir. 2019; Accepted for Publication	0,513
2	The ALT-flap for Achilles tendon reconstruction: Functional outcomes. Ehrl D , Heidekrueger PI, Schmitt A, Liska F, Ninkovic M, Giunta RE, Broer PN. Plast Reconstr Surg. 2019 Mar 12. doi: 10.1097/PRS.0000000000005652. [Epub ahead of print]	3,621
3	Scalp Reconstruction after Malignant Tumor Resection: An Analysis and Algorithm Ehrl D , Brueggemann A, Broer PN, Koban K, Giunta RE, Thon N. Journal of Neurological Surgery – Part B; 2019 Mar. doi: 0.1055/s-0039-1683371. [Epub ahead of print]	1,068
4	Impact of Duration of Perioperative Ischemia on Outcomes of Microsurgical Reconstructions Ehrl D , Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN. J Reconstr Microsurg. 2018 Jun;34(5):321-326. doi: 10.1055/s-0037-1621729. Epub 2018 Jan 22.	2,216
5	Effect of Primary Admission to Burn Centers on the Outcomes of Severely Burned Patients. Ehrl D , Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN. Burns. 2018 May;44(3):524-530. doi: 10.1016/j.burns.2018.01.002. Epub 2018 Feb 17.	2,056
6	Does cigarette smoking harm microsurgical free flap reconstruction? Ehrl D , Heidekrueger PI, Haas EM, Coenen M, Giunta R, Ninkovic M, Broer PN. J Reconstr Microsurg. 2018 Apr 1. doi: 10.1055/s-0038-1639377. [Epub ahead of print]	2,216

- 7 Effect of Preoperative Medical Status on Microsurgical Free Flap Reconstructions: A Matched Cohort Analysis of 969 Cases. 1,865
Ehrl D, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.
 J Reconstr Microsurg. 2017 Oct 27. doi: 10.1055/s-0037-1607309.
- 8 Impact of Prehospital Hypothermia on the Outcomes of Severely Burned Patients 1,923
Ehrl D, Heidekrueger PI, Rubenbauer J, Ninkovic M, Broer PN.
 J Burn Care Res, 2018 Feb 2. doi: 10.1093/jbcr/irx033. [Epub ahead of print]
- 9 Topical Negative Pressure Wound Therapy of Burned Hands: Functional Outcomes. 1,923
Ehrl D*, Heidekrueger PI*, Broer PN, Erne HC.
 J Burn Care Res. 2017 Mar 31. doi: 10.1097/BCR.0000000000000557. [Epub ahead of print]
- 10 Impact of Two Attendings on the Outcomes of Microvascular Limb Reconstruction. 2,216
Ehrl D, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN.
 J Reconstr Microsurg. 2018 Jan;34(1):59-64. doi: 10.1055/s-0037-1606541. Epub 2017 Oct 3.
- 11 The spreaded gracilis flap revisited: Comparing outcomes in lower limb reconstruction. 2,071
 Heidekrueger PI*, **Ehrl D***, Ninkovic M, Thiha A, Prantl L, Herter F, Mueller C, Broer PN.
 Microsurgery. 2017 Nov;37(8):873-880. doi: 10.1002/micr.30245. Epub 2017 Oct 7.
- 12 One versus Two Venous Anastomoses in Microvascular Upper Extremity Reconstruction. 1,865
Ehrl D*, Heidekrueger PI*, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN.
 J Reconstr Microsurg. 2017 Sep;33(7):502-508. doi: 10.1055/s-0037-1602759. Epub 2017 May 4.
- 13 Treatment Options for Pilonidal Disease. 0,620
Ehrl D, Choplain C, Heidekrueger P, Erne HC, Rau HG, Broer PN.
 Am Surg. 2017 May 1;83(5):453-457.
- 14 Microsurgical Forehead Reconstruction. 0,788
Ehrl D*, Broer PN*, Heidekrueger PI, Ninkovic M.
 J Craniofac Surg. 2017 Jan;28(1):212-217. doi: 10.1097/SCS.00000000000003275.

- 15 One versus two venous anastomoses in microvascular lower extremity reconstruction using gracilis muscle or anterolateral thigh flaps. 1,894
Heidekrueger PI*, **Ehrl D***, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN.
Injury. 2016 Dec;47(12):2828-2832. doi: 10.1016/j.injury.2016.10.015.
Epub 2016 Oct 17.
- 16 Outcomes of denervation, joint lavage and capsular imbrication for painful thumb carpometacarpal joint osteoarthritis. 2,191
Ehrl D, Erne HC, Broer PN, Metz C, Falter E.
J Hand Surg Eur Vol. 2016 Nov;41(9):904-909. doi:
10.1177/1753193416632149. Epub 2016 Sep 28.
- 17 Painful thumb carpometacarpal joint osteoarthritis: Results of a novel treatment approach. 2,048
Ehrl D, Erne HC, Broer PN, Metz C, Falter E.
J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2016 Jul;69(7):972-6. doi:
10.1016/j.bjps.2016.02.005. Epub 2016 Feb 23.
- 18 Postoperative negative pressure therapy significantly reduces flap complications in distally based peroneus brevis flaps: Experiences from 74 cases. 1,894
Erne H, Schmauss D, Schmauss V, **Ehrl D**.
Injury. 2016 Jun;47(6):1288-92. doi: 10.1016/j.injury.2016.02.017.
Epub 2016 Mar 3.
- 19 Importance of liver resection in case of hepatic breast cancer metastases. 0,907
Ehrl D, Rothaug K, Hempel D, Rau HG.
Hepatogastroenterology. 2013 Nov-Dec;60(128):2026-33.
- 20 "Incidentaloma" of the liver: management of a diagnostic and therapeutic dilemma. -
Ehrl D, Rothaug K, Herzog P, Hofer B, Rau HG.
HPB Surg. 2012;2012:891787. doi: 10.1155/2012/891787. Epub 2012
Aug 8.

Kumulativer Impact Faktor

33,862

Originalarbeiten als Koautor/in

Anzahl	Titel	IF
1	<p>Microsurgical Reconstruction of the Plantar Foot: Long-Term Functional Outcomes and Quality of Life.</p> <p>Heidekrueger PI, Ehrl D, Prantl L, Thiha A, Weinschenk F, Forte AJ, Ninkovic M, Broer PN.</p> <p>J Reconstr Microsurg. 2019 Jan 9. doi: 10.1055/s-0038-1677038. [Epub ahead of print]</p>	1,865
2	<p>Impact of intraoperative use of vasopressors in lower extremity reconstruction: Single centre analysis of 437 free gracilis muscle and fasciocutaneous anterolateral thigh flaps.</p> <p>Heine-Geldern A, Broer PN, Prantl L, Brebant V, Anker AM, Kehrer A, Thiha A, Lonc D, Ehrl D, Ninkovic M, Heidekrueger PI.</p> <p>Clin Hemorheol Microcirc. 2018 Dec 17. doi: 10.3233/CH-189411. [Epub ahead of print]</p>	1,914
3	<p>The lateral arm flap for reconstruction of tissue defects due to olecranon bursitis.</p> <p>Heidekrueger PI, Mueller C, Thiha A, Ehrl D, Weinschenk F, Herter F, Ninkovic M, Prantl L.</p> <p>J Plast Surg Hand Surg. 2018 Sep 4:1-5. doi: 10.1080/2000656X.2018.1498792. [Epub ahead of print]</p>	1,100
4	<p>Kritische Perzeptionsanalyse der plastischen Chirurgie in Deutschland</p> <p>Heidekrueger PI, Wecker S, Machens HG, Prantl L, Ehrl D, Giunta R, Daigeler A, Lenhardt M, Ninkovic M, Broer PN</p> <p>Chirurg. 2018 Aug 3. doi: 10.1007/s00104-018-0702-6. [Epub ahead of print] German</p>	0,646
5	<p>Total Endoprosthesis vs. Lundborg´s Resection Arthroplasty for the Treatment of Trapeziometacarpal Joint Osteoarthritis</p> <p>Erne HC, Schreiber C, Schmauss D, Loew S, Cerny M, Ehrl D, Schmauss V, Machens HG, Muhl P.</p> <p>Plast Reconstr Surg Glob Open. 2018 Apr 4;6(4):e1737. doi: 10.1097/GOX.0000000000001737. eCollection 2018 Apr.</p>	-
6	<p>The ideal ear position in Caucasian females.</p>	1,583

- Broer PN, Thiha A, **Ehrl D**, Sinno S, Juran S, Szpalski C, Ng R, Ninkovic M, Prantl L, Heidekrueger PI.
J Craniomaxillofac Surg. 2017 Dec 26. pii: S1010-5182(17)30449-3. doi: 10.1016/j.jcms.2017.12.017.
- 7 Autologous Fat Injection versus Lundborg Resection Arthroplasty for the Treatment of Trapeziometacarpal Joint Osteoarthritis. 3,784
Erne HC, Cerny MK, **Ehrl D**, Bauer AT, Schmauss V, Moog P, Broer PN, Loew S, Schmauss D.
Plast Reconstr Surg. 2018 Jan;141(1):119-124. doi: 10.1097/PRS.0000000000003913.
- 8 Safe and sustainable: the extracranial approach toward frontoethmoidal meningoencephalocele repair. 2,170
Heidekrueger PI, Thu M, Mühlbauer W, Holm-Mühlbauer C, Schucht P, Anderl H, Schoeneich H, Aung K, Mg Ag M, Thu Soe Myint A, Juran S, Aung T, **Ehrl D**, Ninkovic M, Broer PN.
J Neurosurg Pediatr. 2017 Oct;20(4):334-340. doi: 10.3171/2017.5.PEDS1762. Epub 2017 Jul 21.
- 9 [Lundborg's resection arthroplasty vs. Pyrocarbon spacer (Pyrocardan®) for the treatment of trapeziometacarpal joint osteoarthritis: a two-centre study]. 0,692
Erne HC, Schmauß D, Cerny M, Schmauss V, **Ehrl D**, Löw S, Deiler S.
Handchir Mikrochir Plast Chir. 2017 Aug;49(3):175-180. doi: 10.1055/s-0043-115220. Epub 2017 Aug 14. German.
- 10 Global aesthetic surgery statistics: a closer look. 0,901
Heidekrueger PI, Juran S, **Ehrl D**, Aung T, Tanna N, Broer PN.
J Plast Surg Hand Surg. 2017 Aug;51(4):270-274. doi: 10.1080/2000656X.2016.1248842. Epub 2016 Nov 15.
- 11 The Ideal Buttock Size: A Sociodemographic Morphometric Evaluation. 3,784
Heidekrueger PI, Sinno S, Tanna N, Szpalski C, Juran S, Schmauss D, **Ehrl D**, Ng R, Ninkovic M, Broer PN.
Plast Reconstr Surg. 2017 Jul;140(1):20e-32e. doi: 10.1097/PRS.0000000000003439.
- 12 Arteriovenous Loop-Independent Free Flap Reconstruction of Sternal Defects after Cardiac Surgery. 1,865

- Dornseifer U, Kleeberger C, **Ehrl D**, Herter F, Ninkovic M, Ilesalnieks I.
 J Reconstr Microsurg. 2016 Sep;32(7):506-12. doi: 10.1055/s-0036-1578815. Epub 2016 Feb 26.
- 13 Beard reconstruction: A surgical algorithm. 2,048
 Ninkovic M, Heidekrueger PI, **Ehrl D**, von Spiegel F, Broer PN.
 J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2016 Jun;69(6):e1111-e1118. doi: 10.1016/j.bjps.2016.03.017. Epub 2016 Apr 6.
- 14 Health-related quality of life after radical prostatectomy depends 2,450
 on patient's age but not on comorbidities.
 Herkommer K, Schmid SC, Schulwitz H, Dinkel A, Klorek T, Hofer C, **Ehrl D**, Blaser R, Gschwend JE, Kron M.
 Urol Oncol. 2015 Jun;33(6):266.e1-7. doi: 10.1016/j.urolonc.2015.03.005. Epub 2015 Apr 4
- Kumulativer Impact Faktor 24,802**

Kasuistiken/Case Reports

Anzahl	Titel	IF
1	[Is it sensible to use fix and flap also in old age?] Ehrl D , Haas E, Baumbach S, Kammerlander C, Giunta R, Böcker W, Zeckey C. Unfallchirurg. 2019 Jan 25. doi: 10.1007/s00113-019-0604-1. [Epub ahead of print]	0,671
2	Skrotales Lymphödem – Falldarstellung einer skrotalen Elephantiasis inklusive Operationstechnik Ehrl D , Tritschler S, Haas EM, Alhadlq A, Giunta R Handchir Mikrochir Plast Chir. 2018 Aug;50(4):299-302. Doi: 10.1055/a-0633-8828. Epub 2018 Aug 21	0,692
Kumulativer Impact Faktor		1,363

Übersichtsartikel / Reviews

Anzahl	Titel	IF
1	Pyoderma Gangrenosum after Breast Surgery: A Systematic Review Ehrl D , Heidekrueger PI, Broer PN. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2018 Jul;71(7):1023-1032. Doi: 10.1016/j.bjps.2018.03.013. Epub 2018 Mar 28.	2,048
2	Poor outcomes from use of the Artelon® biodegradable implant for the treatment of thumb carpo-metacarpal joint and scapho-trapezio-trapezoid osteoarthritis: a short report and brief review of literature. Ehrl D , Erne H. J Hand Surg Eur Vol. 2015 Nov;40(9):1009-12. Doi: 10.1177/1753193415591475. Epub 2015 Jun 26.	2,191
Kumulativer Impact Faktor		4,239

Sonstige Veröffentlichungen

Anzahl	Titel	IF
1	One-stage reconstruction of tracheal defects with the medial femoral condyle corticoperiosteal-cutaneous free flap. Ninkovic M, Buerger H, Ehrl D , Dornseifer U. Head Neck. 2016 Dec;38(12):1870-1873. Doi: 10.1002/hed.24491. Epub 2016 Apr 30.	3,376
2	Response to letter, which comments on 'Beard Reconstruction – a Surgical Algorithm'. Ninkovic M, Heidekrueger PI, Ehrl D , von Spiegel F, Broer PN. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2017 Mar;70(3):426. Doi: 10.1016/j.bjps.2016.12.021. Epub 2017 Jan 7	2,048
3	[Four-Corner Fusion using Retrograde Headless Compression Screws]. Ehrl D , Erne H. Handchir Mikrochir Plast Chir. 2016 Jun;48(3):185-7. Doi: 10.1055/s-0035-1559602. Epub 2015 Sep 22. German	0,692
4	Reconstruction of the earlobe while preserving its volume following tunnel and plug piercing. Ehrl D , Erne HC, Erwin F. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2015 Apr;68(4):590-2. Doi: 10.1016/j.bjps.2014.11.013. Epub 2014 Nov 20.	2,048
5	Laparoskopische linkslaterale Leberresektion. Ehrl D , Rau HG, http://www.webop.de/surgeries/134 . 10/2012	-
6	Linkslaterale Leberresektion. Ehrl D , Rau HG. http://www.webop.de/surgeries/123 . 05/2012	-
Kumulativer Impact Faktor		8,164