

Aus der Abteilung für Handchirurgie, Plastische Chirurgie und Ästhetische Chirurgie

Klinikum der Universität München (LMU)

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

## **Freie Lappenplastiken in der Plastischen Chirurgie**

**- Evaluation von patientenbezogenen- und perioperativen Einflussfaktoren**



Kumulative Habilitationsschrift zur Erlangung der Venia Legendi

für das Fach Plastische und Ästhetische Chirurgie

vorgelegt von

Dr. med. Nicholas Möllhoff

aus Limassol

2024

## **Inhaltsverzeichnis**

<b><u>EINLEITENDE ZUSAMMENFASSUNG.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>ZIELE DER KUMULATIVEN HABILITATIONSSCHRIFT .....</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>VERZEICHNIS DER IN DER HABILITATIONSSCHRIFT ZUSAMMENGEFASSTEN</u></b>	
<b><u>PUBLIKATIONEN.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
<b><u>SYNOPSIS DER EINZELPUBLIKATIONEN.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b><u>PATIENTENBEZOGENE FAKTOREN .....</u></b>	<b><u>8</u></b>
<b><u>PERIOPERATIVE FAKTOREN .....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>INTRAOPERATIVE FAKTOREN.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>POSTOPERATIVE FAKTOREN .....</u></b>	<b><u>23</u></b>
<b><u>AUSBLICK.....</u></b>	<b><u>31</u></b>
<b><u>LITERATURVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>32</u></b>
<b><u>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>40</u></b>
<b><u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>TABELLENVERZEICHNIS.....</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b><u>PUBLIKATIONEN DES AUTORS .....</u></b>	<b><u>43</u></b>
<b><u>DANKSAGUNG .....</u></b>	<b><u>59</u></b>

## **Einleitende Zusammenfassung**

Ziel der Plastischen Chirurgie ist die Wiederherstellung von Form- und Funktion, beispielsweise bei komplexen Defekten infolge von Trauma, Tumor oder Infektion. Dabei ist die Rekonstruktive Chirurgie, mit der Defektdeckung durch freie mikrochirurgische Lappenplastiken, eine der zentralen Säulen.[22] Nach ihrer Einführung in den 60er und 70er Jahren,[31, 78] hat sich dieser Eingriff über die letzten Jahrzehnte in plastisch-chirurgischen Zentren zu einem sicheren, effektiven, und standardisierten Routineverfahren entwickelt.[15, 25, 29, 93, 94]

Das zunehmende Bestreben der personalisierten Medizin besteht darin, Patient\*innen maßgeschneiderte Diagnostik und Therapien anzubieten, die auf ihre individuellen Voraussetzungen und Bedürfnisse abgestimmt sind.[5] Dabei werden genetische, biologische und Lebensstilfaktoren miteinbezogen und so individuelle Risikoprofile erstellt.[75] In Bezug auf operative Disziplinen soll diese Bewertung in die Entscheidungsfindung der operativen Herangehensweise miteinfließen, um Behandlungsalternativen aber auch mögliche Komplikationen kritisch abzuwägen. Im Zuge des Trends zur personalisierten Medizin in der Plastischen Chirurgie wurde in verschiedenen Studien der Einfluss von diversen Faktoren im Kontext freier Lappenplastiken untersucht, und Risikofaktoren für das Lappenüberleben diskutiert.[26-30, 44, 45, 47, 61, 83, 102]

Neben der Evaluation des Einflusses von Patientencharakteristika auf Lappen-Komplikationsraten, ist die perioperative Patientensterblichkeit in die Bewertung des langfristigen Operationserfolges miteinzubeziehen, insbesondere nachdem der demografische Wandel Kliniken mit einer alternden und chronisch-morbiden Patienten-Population konfrontiert.[34, 79, 84] Die erste in dieser Habilitationsschrift vorgestellte Originalarbeit

thematisierte daher patientenbezogene Risikofaktoren einer erhöhten Mortalität nach freier Lappenplastik.[70] Dazu wurden monozentrische Daten von Patient\*innen mit freier Lappenplastik abhängig vom Überleben zum Ende des Studienzeitraumes in zwei Gruppen (Lebend vs. Verstorben) untersucht. Während die Lappen-Komplikationsraten in beiden Kohorten (Lebend vs. Verstorben) niedrig und ohne signifikante Unterschiede waren, konnten das Alter, kardiovaskuläre und metabolische Komorbiditäten, der präoperative ASA-Status (*engl.* The American Society of Anesthesiologists) und die eingenommene Dauermedikation als signifikante Risikofaktoren für eine erhöhte Mortalität im kurz- und mittelfristigen Verlauf identifiziert werden. Dies muss im präoperativen Aufklärungsgespräch, auch vor dem Hintergrund weniger invasiver Behandlungsalternativen, berücksichtigt und mit den betroffenen Patient\*innen diskutiert werden. [70]

Während einige patientenbezogene Faktoren zum Zeitpunkt der Akutversorgung von Behandlerseite nur eingeschränkt beeinflussbar sind, können perioperative Faktoren aktiv adressiert werden. Im Rahmen dieser Habilitationsschrift wurden demnach intraoperative und postoperative Einflussfaktoren auf den Erfolg freier Lappenplastiken untersucht, die durch Maßnahmen des Behandlungsteams beeinflusst werden können.

Eine der vorgestellten Arbeiten untersuchte den Einfluss intraoperativer Hypothermie auf die Ergebnisse von freien Lappenplastiken und unterstreicht die Notwendigkeit des intraoperativen Temperaturmonitorings und Managements, da die Rate der Lappenverluste, Lappen-Thrombosen und die Hospitalisierung in der Kohorte hypothermer Patient\*innen erhöht war.[66] Bei paralleler Operation der Lappenhebe- und Empfängerstelle und resultierender Exposition großer Hautflächen mit potenziellem Wärmeverlust,[49, 100] betont die Arbeit die Bedeutung der engen interdisziplinären Abstimmung mit den Kolleg\*innen der



Anästhesiologie zur Prävention des Temperaturverlustes der Patient\*innen durch das Ergreifen entsprechender Maßnahmen zur aktiven Wärmung.

Insbesondere bei Rekonstruktionen der unteren Extremität mit freien Lappenplastiken, stellen kompromittierte Gefäße im Empfängergebiet Plastische Chirurgen vor eine Herausforderung.[1] Die klassische End-zu-End (ETE) Anastomose kann eine kritische distale Ischämie der Extremität verursachen, wenn die Perfusion beispielsweise durch vorangegangenes Trauma, Gefäßverschluss, oder periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) ohnehin eingeschränkt ist. [1, 35] Eine in dieser Habilitationsschrift vorgestellte Studie untersuchte den Einfluss der Anastomosentechnik, ETE vs. End-zu-Seit (ETS), auf das Outcome von Rekonstruktionen der unteren Extremität mittels freier Lappenplastiken.[12] Die Art der Anastomose hatte dabei keinen signifikanten Einfluss auf das Lappenüberleben, weshalb die ETS-Anastomose als Technik der Wahl bei Extremitäten-Rekonstruktionen angesehen werden muss, um die distale Perfusion nicht zu gefährden. Die Ergebnisse konnten in einer Subgruppe von Patient\*innen mit bekannter pAVK bestätigt werden.[12]

Ein kompromittierter Gefäßstatus an der Lappenempfängerstelle kann auch außerhalb der unteren Extremität vorliegen. Die Empfängergefäße für freie Lappenplastiken zur Defektdeckung am Rumpf können durch Infektion (z.B. Sternumosteomyelitis), Voroperation (z.B. kardiovaskuläre Bypass Operation), oder Strahlentherapie für eine mikrochirurgische Gefäßanastomose ungeeignet sein.[9, 77, 90] Dann müssen alternative Anschlussgefäße außerhalb der Defektzone genutzt werden. Die in dieser Habilitationsschrift vorgestellte Fallserie ausgedehnter Rumpfddefekte [24] unterstreicht die Eignung der A. thyroidea superior (STA), welche üblicherweise als Anschlussgefäß bei Kopf- und Halsrekonstruktionen verwendet wird,[18, 73, 97, 98] als universell einsetzbares Empfängergefäß für die

Rekonstruktion komplexer Rumpfddefekte und als Alternative zum Einsatz von arteriovenösen (AV-)Loops.

Die meisten Lappenkomplikationen treten postoperativ innerhalb der ersten 72 Stunden nach Lappentransplantation auf.[16, 20, 48, 58, 103] Zumeist führt hierbei eine arterielle oder venöse Thrombose im Gefäßpedikel zu einer Störung der Mikrozirkulation mit konsekutiver Hypoxie und Zelldegradation. [16, 20, 48, 58, 103] Durch rechtzeitiges Erkennen und rasche operative Exploration kann die Mehrheit dieser Lappenplastiken erfolgreich revidiert werden. [10, 16, 87] Das postoperative Monitoring kann somit den Erfolg der Lappenplastik maßgeblich mitbeeinflussen. Das Intervall zwischen arterieller Zufluss-, bzw. venöser Abflussstörung, und operativer Revision ist dabei entscheidend – je kürzer, desto geringer das Risiko einer irreversiblen Gewebeischämie.[76, 86, 99] Um Durchblutungsstörungen möglichst frühzeitig zu erkennen, erfolgt postoperativ ein standardisiertes Lappenmonitoring.[57] Je nach Klinik-Standard sieht dieses beispielsweise eine stündliche bis zweistündliche klinische Beurteilung der Perfusion durch Evaluation von Rekapillarierungszeit, Farbe, Turgor und Temperatur der Lappenplastik vor. Zusätzlich erfolgt in der klinischen Routine meist die Stabdoppleruntersuchung.[14, 76] Das Monitoring bindet jedoch wesentliche Personalressourcen. Zudem ist es stark subjektiv und erfahrungsabhängig, was eine Fehlinterpretation und/ oder die Verzögerung im Erkennen von Perfusionsstörungen begünstigt.[63] Es besteht somit der Bedarf einer objektiven und quantifizierbaren Messmethode der postoperativen Lappendurchblutung.

Verschiedene Studien haben invasive und nicht-invasive Methoden hinsichtlich ihres Nutzens in der Erkennung von Perfusionsstörungen verglichen.[3, 4, 88] Das O2C-Gerät (O2C, Oxygen to See, LEA Medizintechnik, Deutschland), vereint dabei die Laser-Doppler-Spektroskopie mit der Weißlichtspektrometrie. So erfolgt die Messung des mikrovaskulären Blutflusses (Flow,

AU), respektive der Sauerstoffsättigung (SO<sub>2</sub>, %) und der lokalen Hämoglobinmenge (rHb, AU) im kapillar-venösen Bereich des Gefäßbaumes.[59] Mithilfe dieses Messinstrumentes ist eine objektive, standardisierte und Untersucher-unabhängige Beurteilung der Perfusion im Kapillarbett möglich. Erste Studienergebnisse deuten darauf hin, dass Perfusionsstörungen arterieller und venöser Genese bei freien Lappenplastiken durch den Einsatz des O2C-Gerätes erkannt werden können.[50, 51, 72, 81]

Die vorgelegte Habilitationsschrift beinhaltet zwei Arbeiten die dieses Messverfahren zur Darstellung der Mikrozirkulation in viablen freien Lappenplastiken untersucht.[67, 69] Hierbei wurde zunächst die physiologische Perfusiondynamik freier Lappenplastiken als „*Status Quo*“ erhoben. Nur so können zukünftig Abweichungen der Messwerte von den ermittelten physiologischen Kurven als Störungen der Mikrozirkulation interpretiert werden. Zudem wurde die Perfusiondynamik unterschiedlicher Lappenentitäten eruiert. Hierbei waren die gemessenen Parameter von der Art der Lappenplastik abhängig.[69] Dies hat klinische Relevanz für das zuständige medizinische Personal, um im postoperativen Setting ein effektives Monitoring unter Berücksichtigung der durchgeführten Lappenplastik zu gewährleisten.

## **Ziele der kumulativen Habilitationsschrift**

Zahlreiche Faktoren beeinflussen den Erfolg freier Lappenplastiken. Obwohl die freie Lappenplastik mittlerweile ein sicheres Routineverfahren ist, kommt es in etwa 5% aller Fälle zu einem Transplantatverlust.[15, 29, 93, 94] Dies geht mit erheblichen physischen und psychischen Belastungen der Betroffenen einher, verlängert die Behandlungsdauer und steigert aus gesundheitsökonomischer Sicht die Kosten im Gesundheitssystem durch Revisionen und andere operative Eingriffe.[38, 41, 91] Ziel dieses Habilitationsprojektes ist demnach die Untersuchung von:

1. Patientenbezogenen Faktoren,
2. Perioperativen Faktoren,
  - a. Intraoperativen Faktoren
  - b. Postoperativen Faktoren

mit potenziellem Einfluss auf den Erfolg freier Lappenplastiken. Ziel ist es, durch Identifikation von Einflussfaktoren und Bewertung des perioperativen Risikoprofils die Sicherheit bei diesen hochspezialisierten und komplexen Eingriffen zu erhöhen und eine auf den individuellen Patienten zugeschnittene Therapie anzubieten.

## Verzeichnis der in der Habilitationsschrift zusammengefassten

### Publikationen

1. **Moellhoff N\***, Taha S\* (\*geteilte Erstautorenschaft), Wachtel N, Hirschmann M, Hellweg M, Giunta RE, Ehrl D. Analysis of Factors Determining Patient Survival after Receiving Free-Flap Reconstruction at a Single Center-A Retrospective Cohort Study. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Nov 21;12(11). 10.3390/diagnostics12112877
2. **Moellhoff N**, Broer PN, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Impact of Intraoperative Hypothermia on Microsurgical Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2021 Feb;37(2):174-80. 10.1055/s-0040-1715880
3. Broer PN\*, **Moellhoff N\*** (\*geteilte Erstautorenschaft), Mayer JM, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Comparison of Outcomes of End-to-End versus End-to-Side Anastomoses in Lower Extremity Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2020 Jul;36(6):432-7. 10.1055/s-0040-1702156
4. Ehrl D, Broer PN, Ninkovic M, Giunta RE, **Moellhoff N**. Extending the Indication of the Superior Thyroid Artery as a Recipient Vessel for Complex Upper Body Defects. *Ann Plast Surg*. 2021 May 1;86(5):551-6. 10.1097/SAP.0000000000002581
5. **Moellhoff N**, Gernert C, Frank K, Giunta RE, Ehrl D. The 72-Hour Microcirculation Dynamics in Viable Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2022 Oct;38(8):637-46. 10.1055/s-0042-1742733
6. **Moellhoff N**, Heidekrueger PI, Frank K, Pistek S, Alt V, Giunta RE, Ehrl D. Comparing the Time-Dependent Evolution of Microcirculation in Gracilis vs. ALT Flaps Using Laser-Doppler Flowmetry and Tissue-Spectrometry. *J Clin Med*. 2022 Apr 26;11(9). 10.3390/jcm11092425

*Die im Folgenden dargestellten Abbildungen und Tabellen entstammen zu Teilen o.g. Originalarbeiten. Die Quellen sind in der jeweiligen Annotation vermerkt. Sollten Modifikationen vorgenommen worden sein, sind diese in der Annotation erkenntlich.*

## **Synopse der Einzelpublikationen**

### **Patientenbezogene Faktoren**

**Moellhoff N\***, Taha S\* (geteilte Erstautorenschaft), Wachtel N, Hirschmann M, Hellweg M, Giunta RE, Ehrl D. Analysis of Factors Determining Patient Survival after Receiving Free-Flap Reconstruction at a Single Center-A Retrospective Cohort Study. *Diagnostics (Basel)*. 2022 Nov 21;12(11). 10.3390/diagnostics12112877

**Hintergrund:** Durch den demografischen Wandel erfolgen komplexe Rekonstruktionen mit freien Lappenplastiken zunehmend bei multimorbiden, älteren Patient\*innen.[45] Dieser operative Eingriff kann in diesem Patientenkollektiv eine erhebliche Belastung darstellen. Er ist mit langer Operations- und Narkosezeit, sowie Körpertemperatur- und Kreislaufschwankungen verbunden, welche teilweise durch Bluttransfusionen, kristalloide oder kolloide Infusionen, sowie Katecholamintherapie ausgeglichen werden müssen.[11, 37, 54, 95] Durch das Vorerkrankungs- und perioperative Risikoprofil in einer morbidem Patientenpopulation, ist eine individuelle Entscheidung bezüglich der durchzuführenden Rekonstruktion essentiell. Die perioperative Mortalität sollte in die Bewertung der Therapieoptionen einbezogen werden. Ziel dieser retrospektiven Kohortenstudie war es potenzielle Risikofaktoren einer erhöhten Mortalität nach freier Lappenplastik zu ermitteln.

**Methoden:** Es erfolgte eine retrospektive Auswertung monozentrischer Daten von Patient\*innen, die eine Rekonstruktion mittels freier Gracilis- (GM) oder Latissimus dorsi- (LDM) Lappenplastik erhielten. Die Fälle wurden abhängig vom Überleben in zwei Gruppen (Lebend vs. Verstorben) eingeteilt. Demografische Variablen, Komorbiditäten und

Dauermedikation, perioperative Details, das Outcome der freien Lappenplastik, sowie die postoperative Mikrozirkulation mittels O2C-Gerät wurden verglichen.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 151 Lappenplastiken (LDM, n = 67; GM, n = 84) bei 147 Patient\*innen mit einem Durchschnittsalter von  $61,15 \pm 17,5$  Jahren eingeschlossen. Der durchschnittliche Zeitraum der Nachverfolgung war  $678,09 \pm 473,56$  Tage (Range 0–1601 Tage). Insgesamt verstarben 33 Patient\*innen (22,45 %) während des Studienzeitraums. Diese Patient\*innen waren signifikant älter (Lebend:  $58,28 \pm 17,91$  vs. Verstorben:  $71,39 \pm 11,13$ ;  $p = 0,001$ ), zeigten einen signifikant längeren Krankenhausaufenthalt (Lebend:  $29,66 \pm 26,97$  vs. Verstorben:  $36,88 \pm 15,04$  Tage;  $p = 0,046$ ) und litten häufiger an kardiovaskulären (Lebend: 36,40 % vs. Verstorben: 66,70 %;  $p = 0,002$ ) und metabolischen Komorbiditäten (Lebend: 33,90 % vs. Verstorben: 54,50 %;  $p = 0,031$ ), was mit einem signifikant höheren ASA-Score einherging ( $p = 0,004$ ). (Tabelle 1) Es wurden keine statistisch signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht, die Defekt-Ätiologie, Defektlokalisierung, Art der Lappenplastik, Dauer der Operation, oder Ischämiezeit festgestellt. Die Revisionsrate (Lebend: 11,00 % vs. Verstorben: 18,20 %;  $p = 0,371$ ) sowie die Lappenverlust-Rate (Lebend: 3,39 % vs. Verstorben: 12,12 %;  $p = 0,069$ ) zeigte zwar Gruppenunterschiede, diese waren jedoch ohne statistische Signifikanz. Die Analyse der Mikrozirkulation zeigte sowohl für GM-, als auch für LDM Lappenplastiken in beiden Gruppen über die Zeit vergleichbare Trends von Flow,  $SO_2$  und rHb. Interessanterweise waren die  $SO_2$ -Werte in Lappenplastiken von im Studienzeitraum verstorbenen Patient\*innen tendenziell niedriger; signifikante Unterschiede wurden jedoch nur 3-, 12- und 18-Stunden nach der Anastomose für GM Lappenplastiken festgestellt. (Abbildung 1)

Variable	Lebend	Verstorben	p-Wert
Alter (y)	58.29	SD 17.91	71.39 11.13 < <b>0.001</b>
Geschlecht			
männlich	67	56.80%	18 54.50%
weiblich	51	43.20%	15 45.50% 0.819
Lappenplastik			
LDM	53	44.90%	14 42.40%
GM	65	55.10%	19 57.60% 0.799
OP-Dauer (min)	327.14	SD 99.25	332.48 95.17 0.803
Ischämiezeit (min)	48.47	SD 16.13	49.69 15.04 0.534
Hospitalisierung (d)	29.66	SD 26.97	36.88 31.26 <b>0.046</b>
Revision			
nein	105	89.00%	27 81.80%
ja	13	11.00%	6 18.20% 0.371
Lappenverlust			
nein	114	96.60%	29 87.90%
ja	4	3.39%	4 12.12% 0.069
Defekt Ätiologie			
Tumor	49	41.50%	14 42.40%
Trauma	38	32.20%	7 21.20%
Chronische Wunde	31	26.30%	12 36.40% 0.373
Defekt Lokalisation			
Kopf und Hals	30	25.40%	9 27.30%
Rumpf	8	6.80%	3 9.10%
Obere Extremität	18	15.30%	2 6.10%
Untere Extremität	62	52.50%	19 57.60% 0.574

Tabelle 1: Gruppenunterschiede (Lebend vs. Verstorben) demographischer Variablen, operativer Details und Vorerkrankungen der eingeschlossenen Patient\*innen. Modifiziert aus [70].

GM= Gracilis Muskel, LDM= Latissimus dorsi Muskel

Vorerkrankungen	Lebend	Verstorben	p-Wert
Kardiovaskulär			
nein	75	63.60%	11 33.30%
ja	43	36.40%	22 66.70% <b>0.002</b>
Vaskulopathie			
nein	89	75.40%	24 72.70%
ja	29	24.60%	9 27.30% 0.752
Metabolisch			
nein	78	66.10%	15 45.50%
ja	40	33.90%	18 54.50% <b>0.031</b>
Tumor			
nein	84	71.20%	18 54.50%
ja	34	28.80%	15 45.50% 0.071
Andere internistische Erkrankung			
nein	74	62.70%	16 38.50%
ja	44	37.30%	17 51.50% 0.141
Neurologische			
nein	92	78.00%	28 84.80%
ja	26	22.00%	5 15.20% 0.387
Muskuloskeletal			
nein	85	72.00%	26 78.80%
ja	33	28.00%	7 21.20% 0.437
Infektion			
nein	108	91.50%	31 93.90%
ja	10	8.50%	2 6.10% 1
Alkohol und Drogen			
Nein	93	78.80%	26 78.80%
Ja	25	21.20%	7 21.20% 0.997
ASA Status			
1	3	2.50%	0 0.00%
2	42	35.60%	2 6.10%
3	69	58.50%	28 84.80%
4	4	3.40%	3 9.10% <b>0.004</b>



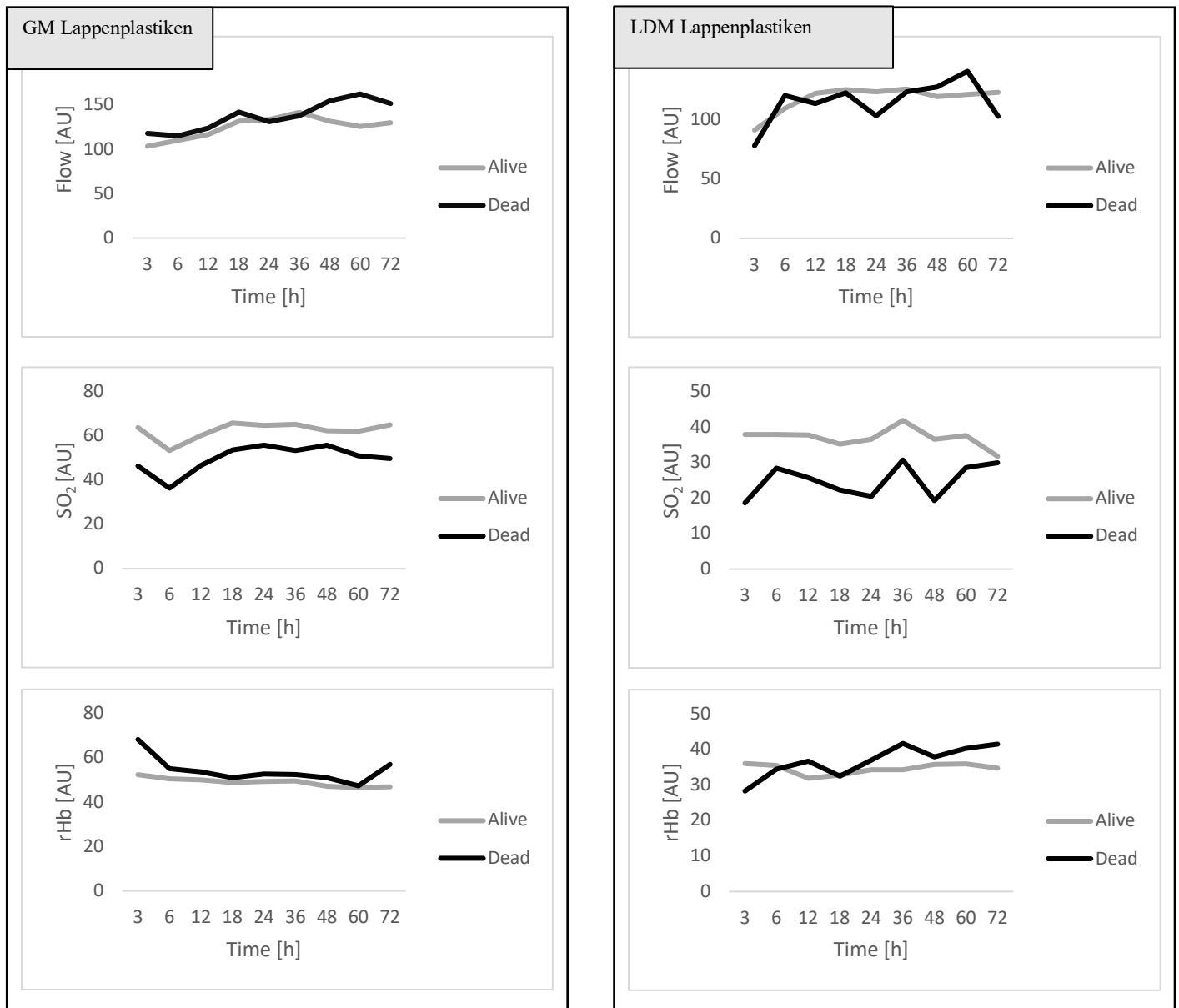


Abbildung 1: Analyse der Mikrozirkulation in viablen LDM und GM Lappenplastiken für lebende und verstorbene Patient\*innen. Modifiziert aus [70].

Es erfolgte eine kontinuierliche Messung mittels O2C-Gerät über einen Zeitraum von 72 Stunden nach Anastomose. Dargestellt sind die Daten des mikrovaskulären Blutflusses (Flow), der Sauerstoffsättigung (SO<sub>2</sub>) und der relativen Menge an Hämoglobin (rHb).

**Schlussfolgerung:** Freie Lappenplastiken sind auch in einem multimorbiden Patient\*innen-Kollektiv sicher, erfolgreich durchführbar. Das Alter, die Komorbiditäten, der präoperative ASA-Status und die Dauermedikation können jedoch auf ein erhöhtes perioperatives Risiko mit erhöhter Mortalität der Patient\*innen im kurz- und mittelfristigen Verlauf hinweisen. Diese

Faktoren müssen dementsprechend präoperativ erfasst werden und bei der Wahl des Therapieverfahrens für Patient\*innen jeweils individuell berücksichtigt werden.

## Perioperative Faktoren

### *Intraoperative Faktoren*

**Moellhoff N, Broer PN, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrh D.** Impact of Intraoperative Hypothermia on Microsurgical Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery.* 2021 Feb;37(2):174-80. 10.1055/s-0040-1715880

**Hintergrund:** Die freie Lappenplastik wird regelhaft in zwei Operationsteams an zwei verschiedenen Körperregionen (Hebe- und Empfängerregion) durchgeführt. Dadurch können große Hautareale exponiert sein, was die Anfälligkeit der Patient\*innen für Hypothermie erhöht.[49, 100] Die Hypothermie kann zur Vasokonstriktion, Steigerung der Blutviskosität und Verringerung des Blutflusses führen. Dies führt zu einer gesteigerten Thrombogenität.[23, 52, 56, 62] In dieser Studie wurden demnach die Auswirkungen von Hypothermie auf die Ergebnisse von freien Lappenrekonstruktionen untersucht.

**Methoden:** In dieser monozentrischen Studie wurden 668 freie Lappenplastiken von 602 Patient\*innen untersucht. Die Fälle wurden hinsichtlich der minimalen intraoperativen Körperkerntemperatur in zwei Gruppen eingeteilt: Hypothermie (HT) ( $< 36,0\text{ °C}$ ) vs. Normothermie (NT) ( $\geq 36,0\text{ °C}$ ). Die intraoperative Messung der Körpertemperatur erfolgte über einen Blasenkatheter. Es erfolgte eine retrospektive Auswertung der demografischen Daten, perioperativen Details, chirurgischen Komplikationen und des operativen Ergebnisses.

**Ergebnisse:** Die Gesamtheit aller Major- (Lappenverlust, Lappenteilverlust  $>10\%$ ) und Minorkomplikationen (Wunddehiszenz, Hauttransplantatversagen, Wundinfektion und Lappenteilverlust von  $< 10\%$ ) zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden

Gruppen ( $p > 0,05$ ). Auch die Revisionsraten waren insgesamt vergleichbar ( $p > 0,05$ ). Einzelauswertungen zeigten jedoch eine signifikant höhere Rate an Lappenverlusten (6,6 % (HT) vs. 3,0 % (NT),  $p < 0,05$ ) und arteriellen Thrombosen (4,6 % (HT) vs. 1,9 % (NT),  $p < 0,05$ ) in der Hypothermie-Gruppe. Dies führte zu einem signifikant längeren Krankenhausaufenthalt von Patient\*innen mit reduzierter Körperkerntemperatur (HT: durchschnittlich 16,8 Tage vs. NT: durchschnittlich 15,1 Tage;  $p < 0,05$ ). (Tabelle 2)

Komplikationen	HT (< 36 °C) (%)	NT ( $\geq$ 36 °C) (%)	p-Wert
Major	84 (27,6%)	95 (26,1%)	0,656
Lappenverlust	20 (6,6%)	11 (3,0%)	0,029
Lappenteilverlust > 10%	17 (5,6%)	26 (7,1%)	0,416
Operative Revision	47 (15,5%)	58 (15,9%)	0,881
Arterielle Thrombose	14 (4,6%)	7 (1,9%)	0,048
Venöse Thrombose	20 (6,6%)	30 (8,2%)	0,416
Hämatom	13 (4,3%)	21 (5,8%)	0,382
Minor*	36 (11,8%)	37 (10,2%)	0,489
<b>Hospitalisierung (d)</b>	16,8	15,1	0,015
Range (d)	5 - 68	4 - 42	
SD (d)	9,9	7,8	
<b>Lappenplastiken (n)</b>	<b>304</b>	<b>364</b>	

Tabelle 2: Gruppenunterschiede postoperativer Komplikationen nach freier Lappenplastik entsprechend der mittleren Körperkerntemperatur (°C). Modifiziert aus [66].

\* Wunddehiszenz, Hauttransplantatversagen, Wundinfektion, Lappenteilverlust < 10%.

**Schlussfolgerung:** Diese Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung des perioperativen Temperaturmanagements. Hypothermie kann als Risikofaktor für Komplikationen bei freien Lappenplastiken angesehen werden. Entsprechend den Voruntersuchungen von Liu et al. und Laitman et al., welche eine optimale Körpertemperatur von 36,2 °C, respektive 36,5 °C zur Reduktion perioperativer Komplikationen bei freien Lappenplastiken definierten, [60, 62]

sollte aus Sicht der Autoren dieser Studie die mittlere intraoperative Körperkerntemperatur bei freien Lappenplastiken zwischen 36,0 und 36,5 °C liegen.

Broer PN\*, **Moellhoff N\*** (\*geteilte Erstautorenschaft), Mayer JM, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Comparison of Outcomes of End-to-End versus End-to-Side Anastomoses in Lower Extremity Free Flap Reconstructions. Journal of reconstructive microsurgery. 2020 Jul;36(6):432-7. 10.1055/s-0040-1702156

**Hintergrund:** Die klassische 3-Gefäßversorgung kann an der unteren Extremität durch Trauma, Gefäßverschluss oder systemische Krankheit wie die pAVK beeinträchtigt sein.[1, 35] Die Defektdeckung mittels freier Lappenplastik und klassischer ETE-Anastomose könnte in diesen Fällen die kritische Perfusion des distal liegenden Gewebes aggravieren, und eine akute Ischämie verursachen. ETS-Anastomosen ermöglichen den Erhalt der Perfusion distal der Anastomose bei einer verletzten oder vaskulär beeinträchtigten Extremität.[36, 46, 82, 101] In dieser Studie wurde der Einfluss der Anastomosen-Technik auf das Outcome freier Lappenplastiken an der unteren Extremität untersucht. Da eine Gefäßstenose sowohl für das Überleben der Lappenplastik, als auch der Extremität ein Risiko darstellt, erfolgte eine Subgruppenanalyse bei Patient\*innen mit pAVK.

**Methoden:** In diese monozentrische Studie wurden 425 Patient\*innen mit 437 freien Lappenplastiken (Gracilis Muskellappenplastik und ALT-Fasziokutane Lappenplastik) eingeschlossen. Die Fälle wurden entsprechend der Technik der Anastomose in eine ETE- und ETS-Gruppe unterteilt. (Abbildung 2) Es erfolgte eine retrospektive Auswertung der demografischen Daten, perioperativen Details, chirurgischen Komplikationen und des operativen Ergebnisses. Eine Subgruppenanalyse erfolgte für Patient\*innen mit pAVK.

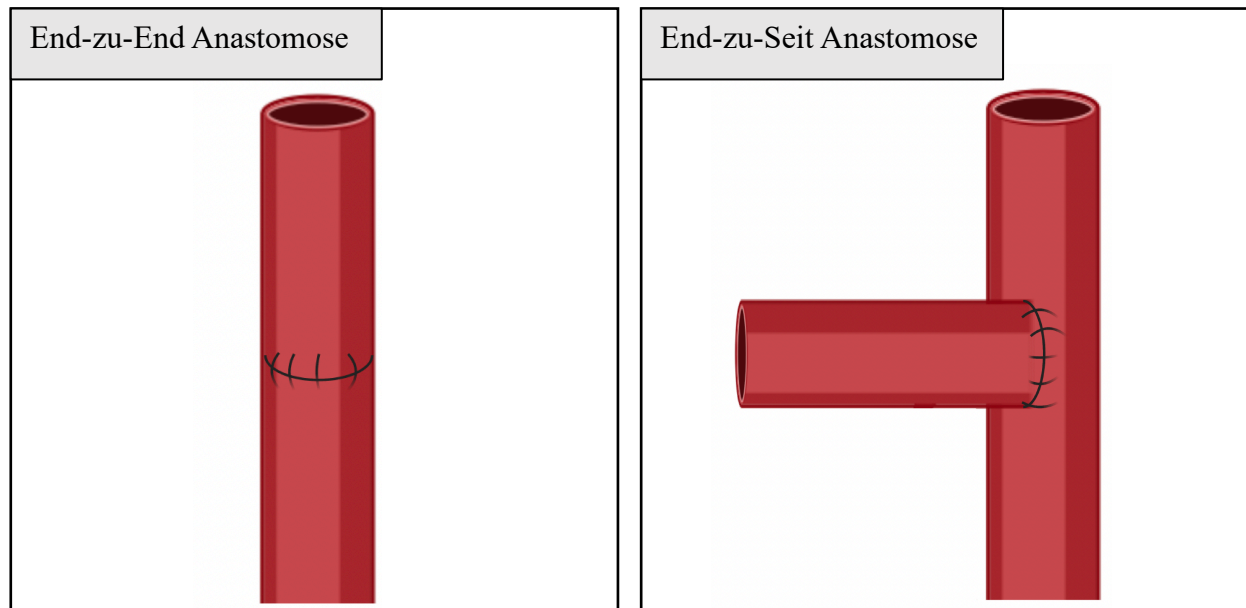


Abbildung 2: Schematische Darstellung einer mikrochirurgischen arteriellen End-zu-End-, sowie End-zu-Seit-Anastomose. Created with BioRender.com

**Ergebnisse:** Major- und Minorkomplikationen der Lappenplastiken zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen der ETE- und ETS-Gruppe ( $p > 0,05$ ). Auch die Subgruppenanalyse der Patient\*innen mit pAVK ( $n=64$ ) zeigte keine Gruppenunterschiede hinsichtlich des Outcomes der Lappenplastiken. Die Ischämiezeit war in der ETS-Gruppe etwas länger als in der ETE-Gruppe ( $60,4 \pm 29,8$  min vs.  $53,6 \pm 25,1$  min;  $p < 0,05$ ), was sich in einer unwesentlichen Verlängerung der Operationszeit niederschlug ( $324,9 \pm 90,1$  min vs.  $310,2 \pm 95,2$  min;  $p > 0,05$ ).

**Schlussfolgerungen:** Der Erfolg der mikrochirurgischen Rekonstruktion an der unteren Extremität ist unabhängig von der Technik der Anastomose. Dies wird auch durch Ergebnisse der Studiengruppen um Cho et al. und Ahmadi et al. bestätigt. [6, 19] Entsprechend den Empfehlungen der Literatur ist bei Patient\*innen mit pAVK eine ETS zu empfehlen. [7, 39, 82, 92]. Da die Perfusion distal der Anastomose nicht kompromittiert werden sollte, ist die ETS-Anastomose die Technik der Wahl bei Extremitäten-Rekonstruktionen.

Ehrl D, Broer PN, Ninkovic M, Giunta RE, **Moellhoff N**. Extending the Indication of the Superior Thyroid Artery as a Recipient Vessel for Complex Upper Body Defects. *Ann Plast Surg*. 2021 May 1;86(5):551-6. 10.1097/SAP.0000000000002581

**Hintergrund:** Nach Sternumosteomyelitis, kardiovaskulärer Bypass-Operation, Bestrahlung oder ausgedehnter Tumorsektion, können die herkömmlichen Empfängergefäße (z.B. A. thoracica interna) für eine mikrochirurgische Gefäßanastomose zur Defektdeckung am Rumpf ungeeignet sein. [9, 77, 90] Aus diesem Grund wird auch auf außerhalb der Defektzone liegende Gefäße, oder AV-loops zurückgegriffen.[9, 77, 90] Diese Arbeit untersucht, ob sich die A. thyroidea superior (STA) als alternatives Empfängergefäß für komplexe Rekonstruktionen von Rumpffdefekten eignet.

**Methoden:** 17 Patienten erhielten freie myokutane vastus lateralis (MVL) Lappenplastiken zur Rekonstruktion von Defekten am Thorax (n = 11) und Rücken (n = 6). Aufgrund fehlender Standardempfängergefäße (z.B. Bestrahlung, Resektion, Bypass) wurde die STA in allen Fällen für die mikrovaskuläre Anastomose verwendet. Es erfolgte eine retrospektive Auswertung der demografischen Daten, perioperativen Details, chirurgischen Komplikationen und des operativen Ergebnisses.

**Ergebnisse:** Das Durchschnittsalter der Patient\*innen (n=11 Männer, n=6 Frauen) betrug  $60,5 \pm 14,9$  (Range 21 - 77) Jahre. Die Defekte zur Rekonstruktion entstanden durch Infektionen nach herzchirurgischen- (n = 10) und neurochirurgischen- (n = 2) Eingriffen, sowie durch Tumorsektionen (n = 5). Die durchschnittliche Defektgröße betrug  $144,6$  (Range: 40 - 286;  $\pm 67,9$ )  $\text{cm}^2$ , bei einer mittleren Größe der MVL-Lappenplastik von  $266,8$  (Range: 160 - 384;  $\pm 69,5$ )  $\text{cm}^2$ . (Tabelle 3, Abbildung 3) Alle Rekonstruktionen erfolgten ohne AV-Loop oder



Venen-Interponat. Die Lappenerfolgsrate betrug 100%, mit Minor-Komplikationen bei n=4 Patient\*innen.

ID	Defekt (cm)	Lappenplastik (cm)	Pedikel-Länge (cm)	OP Dauer (min)	Ischämiezeit (min)	Komplikationen	Hospitalisierung <sup>a</sup> (Tage)	Sekundäreingriffe
1	16 x 8	28 x 9	15	310	78	-	18	-
2	19 x 8	31 x 9	13	525	45	Spitzennekrose <sup>b</sup>	24	1
3	10 x 9	24 x 10	11	371	44	Serom <sup>c</sup>	20	-
4	26 x 8	32 x 9	12	530	60	-	26	-
5	25 x 10	30 x 11	14	523	45	Serom <sup>c</sup>	20	-
6	10 x 4	28 x 9	12	459	85	-	8	-
7	20 x 10	35 x 10	13	327	38	Spitzennekrose <sup>b</sup>	26	1
8	26 x 11	32 x 12	12	300	40	-	16	-
9	14 x 10	27 x 10	13	443	33	-	13	-
10	22 x 6	32 x 9	12	527	38	-	15	-
11	10 x 8	20 x 10	12	258	43	-	7	2
12	12 x 6	20 x 8	12	223	39	-	7	-
13	19 x 6	27 x 8	10	485	38	-	15	-
14	18 x 6	20 x 8	11	310	24	-	9	-
15	12 x 7	22 x 8	12	239	58	-	6	-
16	27 x 8	35 x 10	10	288	35	-	21	-
17	26 x 6	34 x 10	12	304	41	-	16	-
<b>Total</b>	<b>144,6 ± 67,9 cm<sup>2</sup></b>	<b>266,8 ± 69,5 cm<sup>2</sup></b>	<b>12,1 ± 1,27</b>	<b>377,8 ± 111,7</b>	<b>46,1 ± 15,8</b>		<b>15,7 ± 6,7</b>	

Tabelle 3: Charakteristika und Komplikationen nach freier myokutaner Vastus lateralis (MVL) Lappenplastik mit Anschluss an die A. thyroidea superior (STA). Modifiziert aus [24].

<sup>a</sup> Nach freier Lappenplastik; <sup>b</sup> Spitzennekrose mit Lappen-Teilverlust <10%; <sup>c</sup> Chronisches Serom, welches nach mehrfacher Punktion sistiert



Abbildung 3: Defektdeckung thorakal nach herzchirurgischem Eingriff mit Weichteildefekt und Sternumosteomyelitis. Modifiziert aus [24].

Die Rekonstruktion erfolgte mit einem nicht resorbierbaren Polypropylen-Patch, beidseitigen gestielten Pectoralis-Major-Muskellappenplastiken und freier myokutaner Vastus lateralis Lappenplastik mit Anschluss an die A. thyroidea superior. **Links:** Weichteildefekt nach Infektsanierung und Vakuumtherapie. Radikales Débridement bis auf die Pektoralismuskulatur, inklusive Sternumresektion. **Mitte:** Unmittelbar postoperativer Befund nach Einnaht der Lappenplastik. **Rechts:** Befund 26 Monate postoperativ nach Einheilen und Abschwellen der Lappenplastik.

**Schlussfolgerung:** Die A. thyroidea superior eignet sich als sicheres alternatives Empfängergefäß für den Anschluss freier Lappenplastiken für die Rekonstruktion von ausgedehnten Rumpfddefekten, wenn Standardanschlussgefäße wie beispielsweise die A. thoracica interna nicht mehr verfügbar sind.

*Postoperative Faktoren*

**Moellhoff N**, Gernert C, Frank K, Giunta RE, Ehrl D. The 72-Hour Microcirculation Dynamics in Viable Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2022 Oct;38(8):637-46. 10.1055/s-0042-1742733

**Hintergrund:** Das Risiko für mikrovaskuläre Komplikationen, wie thrombotische Gefäßverschlüsse, ist in der frühen postoperativen Phase am höchsten.[16, 103] Klinische Zeichen einer kritischen Perfusion, erkennbar durch Veränderungen der Farbe, des Turgors, der Temperatur oder der Rekapillarierungszeit der Lappenplastik, werden selbst durch geschultes Personal oft erst mit zeitlicher Verzögerung erkannt.[63] Eine prompte Revision hat dabei Einfluss auf das Lappenüberleben und ist zwingend anzustreben.[87] Das O2C-Gerät (Oxygen to See, LEA Medizintechnik, Deutschland) ermöglicht die nicht-invasive, objektive Überwachung des Flow, des  $SO_2$  und des rHB.[50, 51, 81] Um Störungen der Mikrozirkulation, und somit pathologische Veränderungen in den einzelnen Messparametern möglichst frühzeitig zu erkennen bedarf es eines fundierten Verständnisses der physiologischen Perfusionsdynamik in freien Lappenplastiken nach Anastomose. Ziel dieser Studie war erstmalig die kontinuierliche Überwachung der physiologischen Mikrozirkulation in freien Gewebetransfers durch Verwendung des O2C-Geräts.

**Methoden:** In dieser monozentrischen Studie wurde die Mikrozirkulation in 85 freien Lappenplastiken über einen Zeitraum von bis zu 72 Stunden nach mikrovaskulärer Anastomose mit dem O2C-Gerät kontinuierlich überwacht. Es wurden lediglich Lappenplastiken untersucht, welche ohne Major-Komplikationen oder Lappenverlust einheilten, um den physiologischen zeitlichen Verlauf der einzelnen Parameter der Mikrozirkulation zu beurteilen.

**Ergebnisse:** Über den Beobachtungszeitraum zeigte sich ein signifikanter Anstieg des mikrovaskulären Flows, insbesondere innerhalb der ersten 18 Stunden nach mikrochirurgischer Anastomose. Im Gegensatz dazu kam es insgesamt zu einer Reduktion der Sauerstoffsättigung. Die steilste Abnahme des  $SO_2$  (Steigung -1,0) zeigte sich zeitgleich zum steilsten Anstieg des Flow zwischen 3 und 6 Stunden (Steigung: 4,7) nach Anastomose. rHB-Werte blieben während des gesamten Untersuchungszeitraums weitestgehend konstant. (Abbildung 4)

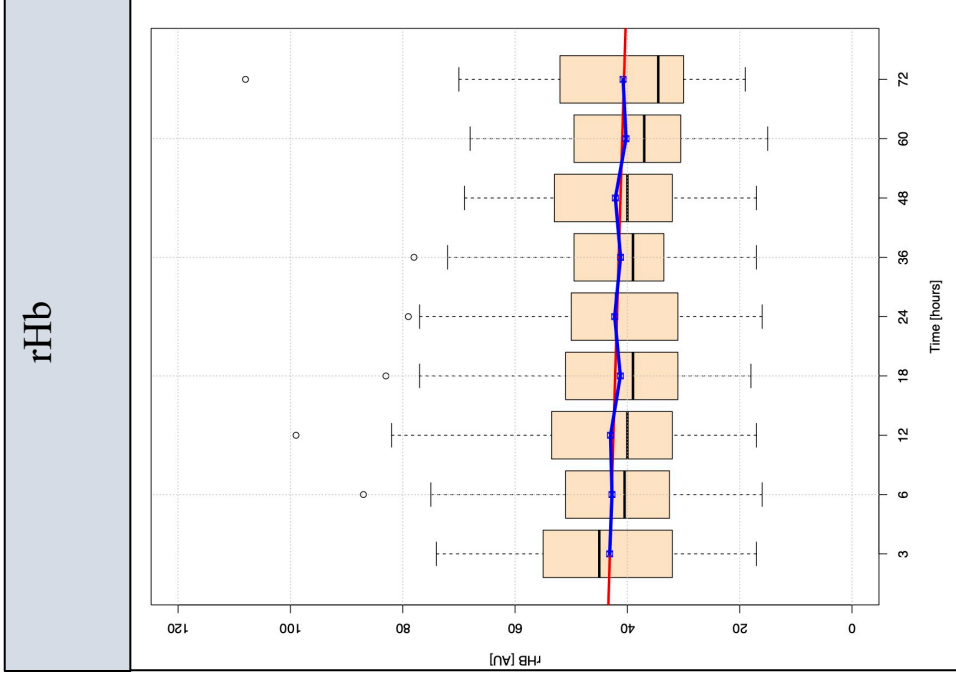
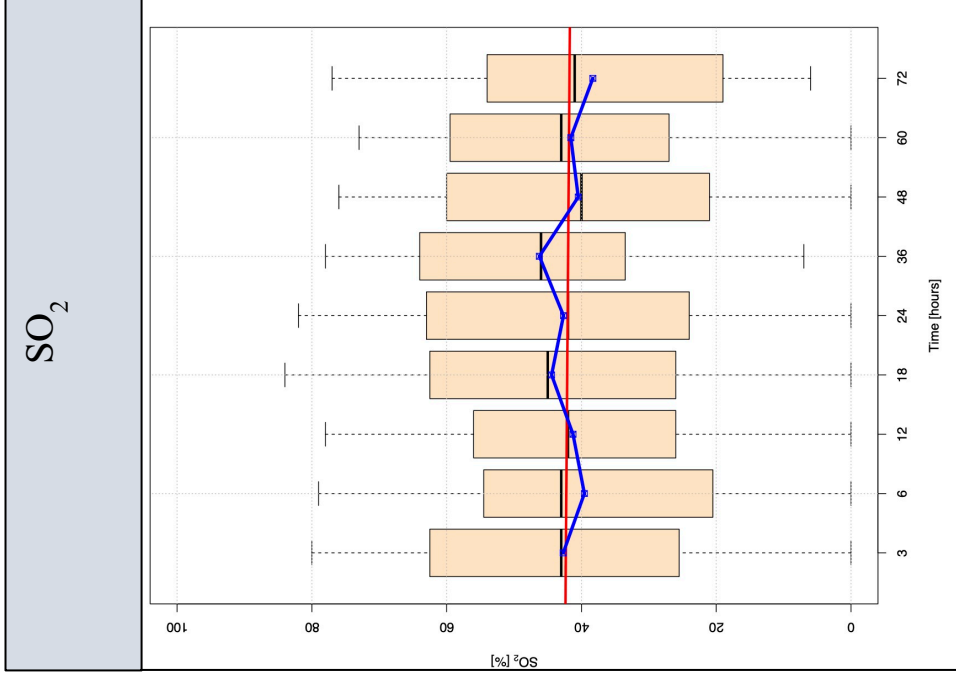
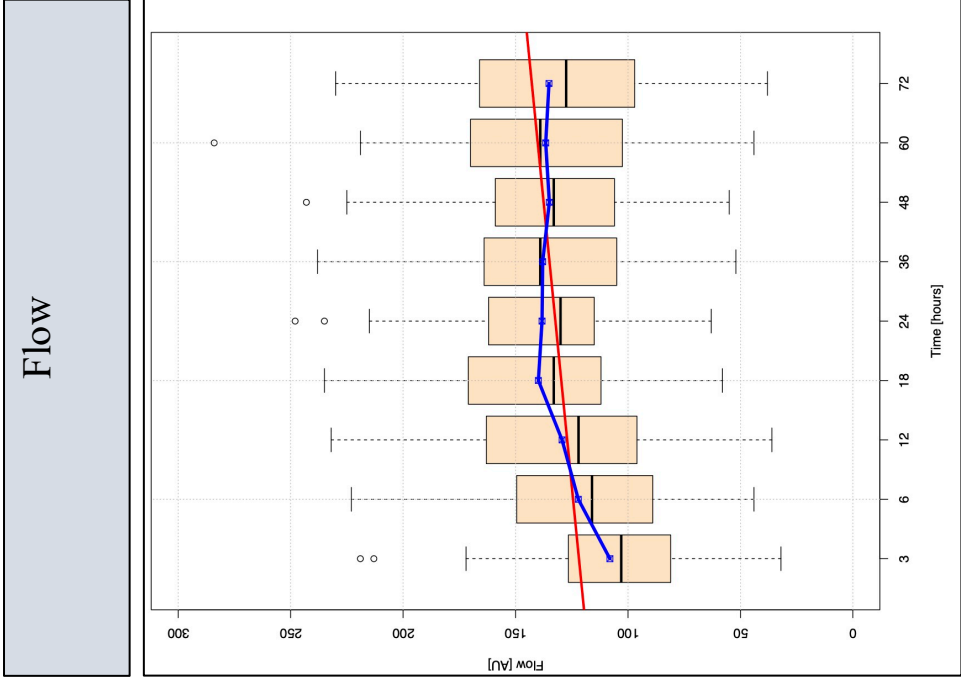


Abbildung 4: Boxplot-Analyse des mikrovaskulären Blutflusses (Flow), der Sauerstoffsättigung (SO<sub>2</sub>) und der relativen Menge an Hämoglobin (rHb) in freien Lappenplastiken. Modifiziert aus [70].

Es erfolgte eine kontinuierliche Messung mittels O2C-Gerät über einen Zeitraum von 72 Stunden nach der Anastomose. Blau: Mittelwerte. Rot: Lineare Regressionslinie.

**Schlussfolgerung:** Die beobachteten postoperativen Veränderungen in der Perfusionsdynamik der Lappenplastiken könnten durch die folgenden physiologischen Mechanismen erklärt werden. Durch die Lappenpräparation kommt es zur Denervierung des Gewebes. Die Sympathektomie bedingt eine Vasodilatation, verringert den Gefäßwiderstand und steigert die Mikrozirkulation nach der Anastomose.[17, 64, 85] Zusätzlich kommt es zu einer Akkumulation anaerober Metaboliten in der Lappenplastik durch die Ischämie nach Absetzung des Gefäßpedikels.[89] Der Wiederanschluss am Empfängergefäß führt schließlich zur reaktiven Vasodilatation und Hyperämie.[74, 80] Diese Mechanismen bedingen die deutliche Erhöhung des Flows. Der moderate Abfall der Sauerstoffsättigung könnte auf einen erhöhten Sauerstoffverbrauch der Zellen nach Anastomose hindeuten. Kompensatorisch würde dies ebenfalls zu einer Steigerung des Blutflusses führen.[13, 50, 51]

Insgesamt bietet die vorliegende Studie erstmalig Einblicke in die physiologische Perfusionsdynamik freier Lappenplastiken auf der Grundlage objektivierbarer Parameter, die durch kontinuierliche O<sub>2</sub>C-Messungen über einen Zeitraum von 72 Stunden ermittelt wurden. Abweichungen von der in dieser Studie ermittelten physiologischen Perfusionsdynamik könnten somit auf Durchblutungsstörungen der Lappenplastik hindeuten.



**Moellhoff N, Heidekrueger PI, Frank K, Pistek S, Alt V, Giunta RE, Ehrl D.** Comparing the Time-Dependent Evolution of Microcirculation in Gracilis vs. ALT Flaps Using Laser-Doppler Flowmetry and Tissue-Spectrometry. J Clin Med. 2022 Apr 26;11(9). 10.3390/jcm11092425

**Hintergrund:** Freie Lappenplastiken unterscheiden sich in ihrer Hämodynamik je nach Gewebekonstruktion, Hebestelle, oder Gefäßpedikel.[8, 21, 32, 64, 65, 71, 96] Somit sind auch je nach Lappenentität Unterschiede in der Mikrozirkulation und Perfusionsdynamik zu erwarten. Ziel dieser Studie war der Vergleich der physiologischen Mikrozirkulation in Muskel- und Fasziokutanen Lappenplastiken durch Verwendung des O2C-Geräts.

**Methoden:** In dieser monozentrischen Studie wurde die Mikrozirkulation 66 freier Lappenplastiken (n=40: Gracilis Muskellappenplastik [GM], n=26: Anterolaterale Oberschenkellappenplastik [ALT]) kontinuierlich über einen Zeitraum von bis zu 72 Stunden nach mikrovaskulärer Anastomose mittels Gewebespektroskopie und Laser-Doppler-Flowmetrie (Oxygen to See, O2C, LEA Medizintechnik, Gießen, Deutschland) überwacht. Dabei wurden Unterschiede des Flow, SO<sub>2</sub> und rHB zwischen den beiden Lappenentitäten untersucht. Es wurden lediglich Lappenplastiken untersucht, welche ohne Major-Komplikationen oder Lappenverlust einheilten, um den physiologischen zeitlichen Verlauf der einzelnen Parameter der Mikrozirkulation zu beurteilen. Gruppenunterschiede zwischen GM- und ALT Lappenplastiken wurden berechnet.

**Ergebnisse:** Über den Beobachtungszeitraum von 72 Stunden nach mikrochirurgischer Anastomose zeigten sich signifikante Unterschiede in der Mikrozirkulation zwischen den zwei Gruppen. In beiden Gruppen kam es in den ersten 18 Stunden zu einer signifikanten Steigerung des mikrovaskulären Flows. SO<sub>2</sub> und rHb Werte zeigten über den Studienzeitraum in GM und ALT- Lappenplastiken einander ähnelnde Trendlinien, jedoch waren sowohl die periphere

Sauerstoffsättigung, als auch die relative Hämoglobinemenge an mehreren Zeitpunkten in GM-Lappenplastiken signifikant höher als in ALT-Lappenplastiken. (Tabelle 4, Abbildung 5)

Zeit nach Anastomose (h)	Gracilis Muskel		ALT		p-Wert
	Flow (A.U.)	SD	Flow (A.U.)	SD	
1	86,31	24,98	106,67	50,71	0,217
3	109,3	41,93	116,12	39,92	0,583
6	113,36	38,85	118,65	45,86	0,644
12	120,74	40,38	132,92	44,70	0,275
18	139,24	41,02	134,70	36,98	0,672
24	137,34	39,39	132,22	41,60	0,667
36	142,35	36,74	132,75	38,33	0,365
48	138,41	32,11	149,84	58,40	0,398
60	139,88	38,06	138,22	50,70	0,904
72	145,77	43,26	140,41	48,64	0,756
	SO <sub>2</sub> (A.U.)	SD	SO <sub>2</sub> (A.U.)	SD	p-Wert
1	52,69	25,70	45,83	35,47	0,62
3	58,73	16,62	41,41	27,56	<b>0,008</b>
6	47,91	21,34	35,26	27,03	0,056
12	56,00	17,05	33,36	24,52	<b>&lt;0,001</b>
18	60,32	18,86	34,43	24,71	<b>&lt;0,001</b>
24	60,94	17,95	31,78	18,84	<b>&lt;0,001</b>
36	59,53	17,14	37,70	21,41	<b>&lt;0,001</b>
48	56,59	17,39	35,53	20,10	<b>&lt;0,001</b>
60	54,58	17,58	33,17	23,15	<b>0,001</b>
72	54,46	21,45	34,41	19,35	<b>0,012</b>
	rHb (A.U.)	SD	rHb (A.U.)	SD	p-Wert
1	48,44	22,08	32,67	7,26	0,106
3	54,03	17,03	34,47	15,19	<b>&lt;0,001</b>
6	48,91	16,47	40,35	23,70	0,116
12	48,51	15,99	38,24	24,03	0,051
18	47,18	14,93	38,83	24,10	0,112
24	48,72	13,69	36,39	14,02	<b>0,004</b>
36	47,91	13,22	33,65	15,21	<b>0,001</b>
48	45,44	13,80	38,68	14,82	0,12
60	43,88	13,31	34,61	15,91	<b>0,047</b>
72	48,15	16,30	38,94	20,98	0,201

Tabelle 4: Detaillierte Analyse der Perfusionsdynamik freier Gracilis- und ALT Lappenplastiken innerhalb der ersten 72 Stunden nach Anastomose. Modifiziert aus [69].

SD= Standard Deviation

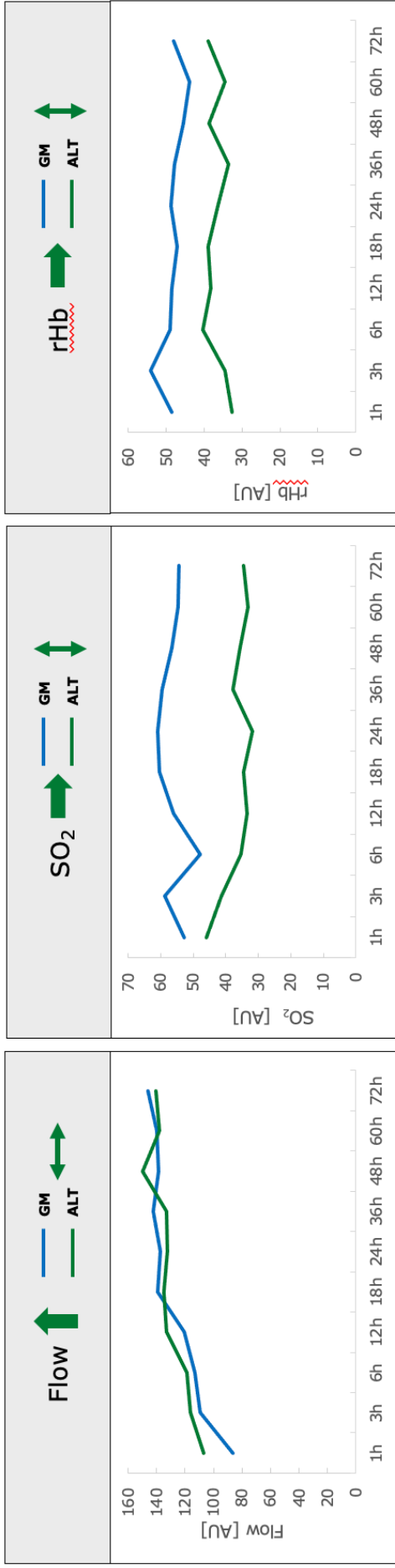


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf des mikrovaskulären Blutflusses (Flow), der Sauerstoffsättigung (SO<sub>2</sub>) und der relativen Menge an Hämoglobin (rHb) in freien Gracilis (GM) Lappenplastiken und anterolateralen Oberschenkel (ALT) Lappenplastiken. Modifiziert aus [69].

Es erfolgte eine kontinuierliche Messung mittels O2C-Gerät über einen Zeitraum von 72 Stunden nach der Anastomose. Blau: GM. Grün: ALT.

**Schlussfolgerung:** Diese Studie vergleicht anhand objektiver Messparameter die Entwicklung der Mikrozirkulation in den ersten 72 Stunden nach Anastomose in unterschiedlichen Lappenentitäten und konnte signifikante Unterschiede feststellen. Die Interpretation der mit dem O2C-Gerät gemessenen Parameter der Mikrozirkulation ist somit von der Art der Lappenplastik abhängig. Das mit der postoperativen Lappenkontrolle beauftragte medizinische Personal sollte sich der unterschiedlichen Perfusionsdynamik der verschiedenen Lappenentitäten bewusst sein, um das postoperative Monitoring mittels O2C korrekt durchzuführen. Weitere Studien zur Untersuchung von Ischämietoleranz und Hämodynamik verschiedener Lappenentitäten sollten folgen, um die Unterschiede der Mikrozirkulation näher einzuordnen.

## **Ausblick**

In den letzten Jahren konnten in Deutschland verschiedene Register zur multizentrischen Datensammlung in der Plastischen Chirurgie erfolgreich etabliert werden. So hat etwa die Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie das HandTraumaRegister zur Erfassung schwerer Handverletzungen initiiert,[2] während die Deutsche Gesellschaft für Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie das Mammarekonstruktionsregister verwaltet.[33]

Entsprechend dem *UK National Flap Registry* der British Association of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons mit derzeit knapp 10.000 dokumentierten Fällen,[43] besteht jedoch weiterhin der Bedarf nach einem deutschen nationalen Register für freie Lappenplastiken.

Die vorgelegte Arbeit zeigt, dass bereits die systematische Aufbereitung und Auswertung eines monozentrischen Versorgungsdatensatzes gezielte Fragestellungen mit klinischer Relevanz in Bezug zu freien Lappenplastiken beantworten kann.

Eine routinemäßige Analyse und Erfassung patientenbezogener und perioperativer Faktoren, nicht zuletzt unterstützt durch technische Innovationen, wie die KI-gesteuerte "Big-Data"-Mustererkennung, wird zukünftig zur Qualitätssicherung freier Lappenplastiken beitragen .[40, 42, 53, 55, 68]

## **Literaturverzeichnis**

1. 9 Importance of Vascularity and Selecting the Recipient Vessels in Lower Extremity Reconstruction. 2021 2021/01/15. In: Lower Extremity Reconstruction [Internet]. New York: Thieme Medical Publishers, Inc. Available from: <http://www.thieme-connect.de/products/ebooks/lookinside/10.1055/b-0041-179911>.
2. Deutsche Gesellschaft für Handchirurgie. Handchir Mikrochir Plast Chir. 2018 2018/07/25;50(03):223-. 10.1055/a-0631-4052
3. Abdel-Galil K, Mitchell D. Postoperative monitoring of microsurgical free tissue transfers for head and neck reconstruction: a systematic review of current techniques--part I. Non-invasive techniques. Br J Oral Maxillofac Surg. 2009 Jul;47(5):351-5. 10.1016/j.bjoms.2008.11.013
4. Abdel-Galil K, Mitchell D. Postoperative monitoring of microsurgical free-tissue transfers for head and neck reconstruction: a systematic review of current techniques--part II. Invasive techniques. Br J Oral Maxillofac Surg. 2009 Sep;47(6):438-42. 10.1016/j.bjoms.2008.12.002
5. Agyeman AA, Ofori-Asenso R. Perspective: Does personalized medicine hold the future for medicine? J Pharm Bioallied Sci. 2015 Jul-Sep;7(3):239-44. 10.4103/0975-7406.160040
6. Ahmadi I, Herle P, Miller G, Hunter-Smith DJ, Leong J, Rozen WM. End-to-End versus End-to-Side Microvascular Anastomosis: A Meta-analysis of Free Flap Outcomes. Journal of reconstructive microsurgery. 2017 Jul;33(6):402-11. 10.1055/s-0037-1599099
7. Attinger CE, Evans KK, Bulan E, Blume P, Cooper P. Angiosomes of the foot and ankle and clinical implications for limb salvage: reconstruction, incisions, and revascularization. Plast Reconstr Surg. 2006 Jun;117(7 Suppl):261S-93S. 10.1097/01.prs.0000222582.84385.54
8. Begue T, Masquelet AC, Nordin JY. Anatomical basis of the anterolateral thigh flap. Surg Radiol Anat. 1990;12(4):311-3.
9. Bigdeli AK, Falkner F, Thomas B, Hundeshagen G, Mayer SA, Risse EM, Harhaus L, Gazyakan E, Kneser U, Radu CA. The Free Myocutaneous Tensor Fasciae Latae Flap-A Workhorse Flap for Sternal Defect Reconstruction: A Single-Center Experience. J Pers Med. 2022 Mar 9;12(3). 10.3390/jpm12030427
10. Bigdeli AK, Gazyakan E, Schmidt VJ, Bauer C, Germann G, Radu CA, Kneser U, Hirche C. Long-Term Outcome after Successful Lower Extremity Free Flap Salvage. Journal of reconstructive microsurgery. 2019 May;35(4):263-9. 10.1055/s-0038-1675146
11. Brinkman JN, Derks LH, Klimek M, Mureau MA. Perioperative fluid management and use of vasoactive and antithrombotic agents in free flap surgery: a literature review and clinical recommendations. Journal of reconstructive microsurgery. 2013 Jul;29(6):357-66. 10.1055/s-0033-1343955
12. Broer PN, Moellhoff N, Mayer JM, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Comparison of Outcomes of End-to-End versus End-to-Side Anastomoses in Lower Extremity Free Flap Reconstructions. Journal of reconstructive microsurgery. 2020 Jul;36(6):432-7. 10.1055/s-0040-1702156

13. Cai ZG, Zhang J, Zhang JG, Zhao FY, Yu GY, Li Y, Ding HS. Evaluation of near infrared spectroscopy in monitoring postoperative regional tissue oxygen saturation for fibular flaps. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;61(3):289-96. 10.1016/j.bjps.2007.10.047
14. Cervenka B, Bewley AF. Free flap monitoring: a review of the recent literature. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* 2015 Oct;23(5):393-8. 10.1097/MOO.000000000000189
15. Chen KH, Kuo SCH, Chien PC, Hsieh HY, Hsieh CH. Comparison of the surgical outcomes of free flap reconstruction for primary and recurrent head and neck cancers: a case-controlled propensity score-matched study of 1,791 free flap reconstructions. *Sci Rep.* 2021 Jan 27;11(1):2350. 10.1038/s41598-021-82034-5
16. Chen KT, Mardini S, Chuang DC, Lin CH, Cheng MH, Lin YT, Huang WC, Tsao CK, Wei FC. Timing of presentation of the first signs of vascular compromise dictates the salvage outcome of free flap transfers. *Plast Reconstr Surg.* 2007 Jul;120(1):187-95. 10.1097/01.prs.0000264077.07779.50
17. Chen LE, Seaber AV, Bossen E, Urbaniak JR. The effect of acute denervation on the microcirculation of skeletal muscle: rat cremaster model. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society.* 1991 Mar;9(2):266-74. 10.1002/jor.1100090215
18. Chia HL, Wong CH, Tan BK, Tan KC, Ong YS. An algorithm for recipient vessel selection in microsurgical head and neck reconstruction. *Journal of reconstructive microsurgery.* 2011 Jan;27(1):47-56. 10.1055/s-0030-1267829
19. Cho EH, Garcia RM, Blau J, Levinson H, Erdmann D, Levin LS, Hollenbeck ST. Microvascular Anastomoses Using End-to-End versus End-to-Side Technique in Lower Extremity Free Tissue Transfer. *Journal of reconstructive microsurgery.* 2016 Feb;32(2):114-20. 10.1055/s-0035-1563397
20. Coriddi M, Myers P, Mehrara B, Nelson J, Cordeiro PG, Disa J, Matros E, Dayan J, Allen R, McCarthy C. Management of postoperative microvascular compromise and ischemia reperfusion injury in breast reconstruction using autologous tissue transfer: Retrospective review of 2103 flaps. *Microsurgery.* 2022 Feb;42(2):109-16. 10.1002/micr.30845
21. Deng C, Nie K, Wei Z, Jin W, Li H, Li S, Wu B, Wang D. Is the Oblique Branch a Preferable Vascular Pedicle for Anterolateral Thigh Free Flaps? *Journal of reconstructive microsurgery.* 2018 Sep;34(7):478-84. 10.1055/s-0038-1639370
22. Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgie. *Plastische Chirurgie - Die 4 zentralen Säulen.* <https://www.dgpraecde/plastische-chirurgie/rekonstruktive-chirurgie>.
23. Doufas AG, Sessler DI. Physiology and clinical relevance of induced hypothermia. *Neurocrit Care.* 2004;1(4):489-98. 10.1385/NCC:1:4:489
24. Ehrl D, Broer PN, Ninkovic M, Giunta RE, Moellhoff N. Extending the Indication of the Superior Thyroid Artery as a Recipient Vessel for Complex Upper Body Defects. *Ann Plast Surg.* 2021 May 1;86(5):551-6. 10.1097/SAP.0000000000002581
25. Ehrl D, Giunta R. [Interdisciplinary Plastic Surgery - Chances, Conditions and Barriers of Reconstructive Microsurgery in Maximum Care Hospitals]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2019 Aug;51(4):284-94. 10.1055/a-0898-3669
26. Ehrl D, Haas E, Baumbach S, Kammerlander C, Giunta R, Bocker W, Zeckey C. [Is it sensible to use fix and flap also in old age?]. *Unfallchirurg.* 2019 Jun;122(6):483-9. 10.1007/s00113-019-0604-1

27. Ehrl D, Heidekrueger PI, Haas EM, Coenen M, Giunta R, Ninkovic M, Broer PN. Does Cigarette Smoking Harm Microsurgical Free Flap Reconstruction? *Journal of reconstructive microsurgery*. 2018 Sep;34(7):492-8. 10.1055/s-0038-1639377
28. Ehrl D, Heidekrueger PI, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Broer PN. One versus Two Venous Anastomoses in Microvascular Upper Extremity Reconstruction. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2017 Sep;33(7):502-8. 10.1055/s-0037-1602759
29. 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. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2018 Mar;34(3):170-5. 10.1055/s-0037-1607309
30. Ehrl D, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Broer PN. Impact of Two Attendings on the Outcomes of Microvascular Limb Reconstruction. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2018 Jan;34(1):59-64. 10.1055/s-0037-1606541
31. Fang F, Chung KC. An evolutionary perspective on the history of flap reconstruction in the upper extremity. *Hand Clin*. 2014 May;30(2):109-22, v. 10.1016/j.hcl.2013.12.001
32. Figus A, Ramakrishnan V, Rubino C. Hemodynamic changes in the microcirculation of DIEP flaps. *Ann Plast Surg*. 2008 Jun;60(6):644-8. 10.1097/SAP.0b013e318145be31
33. Fritschen UV, Grill B, Wagner J, Schuster H, Sukhova I, Giunta RE, Heitmann C, Andree C, Horch RE, Kneser U, Germann G. [Quality assurance in breast reconstruction - Establishment of a prospective national online registry for microsurgical breast reconstructions]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2020 Apr;52(2):58-66. 10.1055/a-1075-2525
34. Gallo L, Gallo M, Augustine H, Leveille C, Murphy J, Copeland AE, Thoma A. Assessing patient frailty in plastic surgery: A systematic review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2022 Feb;75(2):579-85. 10.1016/j.bjps.2021.09.055
35. Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR, Corriere MA, Drachman DE, Fleisher LA, Fowkes FGR, Hamburg NM, Kinlay S, Lookstein R, Misra S, Mureebe L, Olin JW, Patel RAG, Regensteiner JG, Schanzer A, Shishehbor MH, Stewart KJ, Treat-Jacobson D, Walsh ME. 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral Artery Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017 Mar 21;69(11):e71-e126. 10.1016/j.jacc.2016.11.007
36. Godina M. Preferential use of end-to-side arterial anastomoses in free flap transfers. *Plast Reconstr Surg*. 1979 Nov;64(5):673-82.
37. Goh CSL, Ng MJM, Song DH, Ooi ASH. Perioperative Vasopressor Use in Free Flap Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2019 Sep;35(7):529-40. 10.1055/s-0039-1687914
38. Gopie JP, Timman R, Hilhorst MT, Hofer SO, Mureau MA, Tibben A. The short-term psychological impact of complications after breast reconstruction. *Psychooncology*. 2013 Feb;22(2):290-8. 10.1002/pon.2089
39. Haddock NT, Weichman KE, Reformat DD, Kligman BE, Levine JP, Saadeh PB. Lower extremity arterial injury patterns and reconstructive outcomes in patients with severe lower extremity trauma: a 26-year review. *Journal of the American College of Surgeons*. 2010 Jan;210(1):66-72. 10.1016/j.jamcollsurg.2009.09.040
40. Hahn P. [Artificial intelligence and machine learning]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2019 Feb;51(1):62-7. 10.1055/a-0826-4789



41. Han M, Ochoa E, Zhu B, Park AM, Heaton CM, Seth R, Knott PD. Risk Factors for and Cost Implications of Free Flap Take-backs: A Single Institution Review. *Laryngoscope*. 2021 Jun;131(6):E1821-E9. 10.1002/lary.29382
42. Hashimoto DA, Rosman G, Rus D, Meireles OR. Artificial Intelligence in Surgery: Promises and Perils. *Ann Surg*. 2018 Jul;268(1):70-6. 10.1097/SLA.0000000000002693
43. Hazari A, Walton P. The UK National Flap Registry (UKNFR): A National Database for all pedicled and free flaps in the UK. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2015 Dec;68(12):1633-6. 10.1016/j.bjps.2015.10.008
44. 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):2828-32. 10.1016/j.injury.2016.10.015
45. Heidekrueger PI, Heine-Geldern A, Ninkovic M, Herter F, Schmauss D, Aung T, Broer PN. Microsurgical reconstruction in patients greater than 80 years old. *Microsurgery*. 2017 Sep;37(6):546-51. 10.1002/micr.30132
46. Heidekrueger PI, Ninkovic M, Heine-Geldern A, Herter F, Broer PN. End-to-end versus end-to-side anastomoses in free flap reconstruction: single centre experiences. *J Plast Surg Hand Surg*. 2017 Oct;51(5):362-5. 10.1080/2000656X.2017.1283321
47. Heine-Geldern A, Broer PN, Prantl L, Brebant V, Anker AM, Kehrer A, Thiha A, Lonic D, Ehrl D, Ninkovic M, Heidekrueger PI. Impact of intraoperative use of vasopressors in lower extremity reconstruction: Single centre analysis of 437 free gracilis muscle and fasciocutaneous anterolateral thigh flaps. *Clin Hemorheol Microcirc*. 2019;71(2):193-201. 10.3233/CH-189411
48. Hidalgo DA, Disa JJ, Cordeiro PG, Hu QY. A review of 716 consecutive free flaps for oncologic surgical defects: refinement in donor-site selection and technique. *Plast Reconstr Surg*. 1998 Sep;102(3):722-32; discussion 33-4.
49. Hill JB, Sexton KW, Bartlett EL, Papillion PW, Del Corral GA, Patel A, Guillaumondegui OD, Shack RB. The Clinical Role of Intraoperative Core Temperature in Free Tissue Transfer. *Ann Plast Surg*. 2015 Dec;75(6):620-4. 10.1097/SAP.0000000000000210
50. Holzle F, Loeffelbein DJ, Nolte D, Wolff KD. Free flap monitoring using simultaneous non-invasive laser Doppler flowmetry and tissue spectrophotometry. *J Craniomaxillofac Surg*. 2006 Jan;34(1):25-33. 10.1016/j.jcms.2005.07.010
51. Holzle F, Rau A, Loeffelbein DJ, Mucke T, Kesting MR, Wolff KD. Results of monitoring fasciocutaneous, myocutaneous, osteocutaneous and perforator flaps: 4-year experience with 166 cases. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2010 Jan;39(1):21-8. 10.1016/j.ijom.2009.10.012
52. Hussl H, Guy RJ, Eriksson E, Russell RC. Effect of temperature on blood flow and metabolism in a neurovascular island skin flap. *Ann Plast Surg*. 1986 Jul;17(1):73-8. 10.1097/00000637-198607000-00013
53. Kanevsky J, Corban J, Gaster R, Kanevsky A, Lin S, Gilardino M. Big Data and Machine Learning in Plastic Surgery: A New Frontier in Surgical Innovation. *Plast Reconstr Surg*. 2016 May;137(5):890e-7e. 10.1097/PRS.0000000000002088
54. Kim MJ, Woo KJ, Park BY, Kang SR. Effects of Transfusion on Free Flap Survival: Searching for an Optimal Hemoglobin Threshold for Transfusion. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2018 Oct;34(8):610-5. 10.1055/s-0038-1648244

55. Kim YJ, Kelley BP, Nasser JS, Chung KC. Implementing Precision Medicine and Artificial Intelligence in Plastic Surgery: Concepts and Future Prospects. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2019 Mar;7(3):e2113. 10.1097/GOX.0000000000002113
56. Kinnunen I, Laurikainen E, Schrey A, Laippala P, Aitasalo K. Effect of hypothermia on blood-flow responses in pedicled groin flaps in rats. *Br J Plast Surg*. 2002 Dec;55(8):657-63. 10.1054/bjps.2002.3958
57. Knoedler S, Hoch CC, Huelsboemer L, Knoedler L, Stogner VA, Pomahac B, Kauke-Navarro M, Colen D. Postoperative free flap monitoring in reconstructive surgery-man or machine? *Front Surg*. 2023;10:1130566. 10.3389/fsurg.2023.1130566
58. Kroll SS, Schusterman MA, Reece GP, Miller MJ, Evans GR, Robb GL, Baldwin BJ. Timing of pedicle thrombosis and flap loss after free-tissue transfer. *Plast Reconstr Surg*. 1996 Dec;98(7):1230-3. 10.1097/00006534-199612000-00017
59. Krug A. Mikrozirkulation und Sauerstoffversorgung des Gewebes. Methode des so genannten O<sub>2</sub>C (oxygen to see). 2006 2018/01/02;35(06):300-12. 10.1055/s-0037-1622158
60. Laitman BM, Ma Y, Hill B, Teng M, Genden E, DeMaria S, Miles BA. Mild hypothermia is associated with improved outcomes in patients undergoing microvascular head and neck reconstruction. *Am J Otolaryngol*. 2019 May - Jun;40(3):418-22. 10.1016/j.amjoto.2019.03.010
61. Lese I, Biedermann R, Constantinescu M, Grobbelaar AO, Olariu R. Predicting risk factors that lead to free flap failure and vascular compromise: A single unit experience with 565 free tissue transfers. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021 Mar;74(3):512-22. 10.1016/j.bjps.2020.08.126
62. Liu YJ, Hirsch BP, Shah AA, Reid MA, Thomson JG. Mild intraoperative hypothermia reduces free tissue transfer thrombosis. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2011 Feb;27(2):121-6. 10.1055/s-0030-1268211
63. Lohman RF, Langevin CJ, Bozkurt M, Kundu N, Djohan R. A prospective analysis of free flap monitoring techniques: physical examination, external Doppler, implantable Doppler, and tissue oximetry. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2013 Jan;29(1):51-6. 10.1055/s-0032-1326741
64. Lorenzetti F, Salmi A, Ahovuo J, Tukiainen E, Asko-Seljavaara S. Postoperative changes in blood flow in free muscle flaps: a prospective study. *Microsurgery*. 1999;19(4):196-9. 10.1002/(sici)1098-2752(1999)19:4<196::aid-micr6>3.0.co;2-5
65. Lorenzetti F, Suominen S, Tukiainen E, Kuokkanen H, Suominen E, Vuola J, Asko-Seljavaara S. Evaluation of blood flow in free microvascular flaps. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2001 Apr;17(3):163-7. 10.1055/s-2001-14347
66. Moellhoff N, Broer PN, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Impact of Intraoperative Hypothermia on Microsurgical Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2021 Feb;37(2):174-80. 10.1055/s-0040-1715880
67. Moellhoff N, Gernert C, Frank K, Giunta RE, Ehrl D. The 72-Hour Microcirculation Dynamics in Viable Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2022 Oct;38(8):637-46. 10.1055/s-0042-1742733
68. Moellhoff N, Giunta RE. [Artificial intelligence in plastic surgery : Current developments and perspectives]. *Chirurg*. 2020 Mar;91(3):211-5. 10.1007/s00104-019-01052-2

69. Moellhoff N, Heidekrueger PI, Frank K, Pistek S, Alt V, Giunta RE, Ehrl D. Comparing the Time-Dependent Evolution of Microcirculation in Gracilis vs. ALT Flaps Using Laser-Doppler Flowmetry and Tissue-Spectrometry. *J Clin Med.* 2022 Apr 26;11(9). 10.3390/jcm11092425
70. Moellhoff N, Taha S, Wachtel N, Hirschmann M, Hellweg M, Giunta RE, Ehrl D. Analysis of Factors Determining Patient Survival after Receiving Free-Flap Reconstruction at a Single Center-A Retrospective Cohort Study. *Diagnostics (Basel).* 2022 Nov 21;12(11). 10.3390/diagnostics12112877
71. Mucke T, Rau A, Merezas A, Kanatas A, Mitchell DA, Wagenpfeil S, Wolff KD, Steiner T. Changes of perfusion of microvascular free flaps in the head and neck: a prospective clinical study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Nov;52(9):810-5. 10.1016/j.bjoms.2014.07.001
72. Mucke T, Rau A, Merezas A, Loeffelbein DJ, Wagenpfeil S, Mitchell DA, Wolff KD, Steiner T. Identification of perioperative risk factor by laser-doppler spectroscopy after free flap perfusion in the head and neck: a prospective clinical study. *Microsurgery.* 2014 Jul;34(5):345-51. 10.1002/micr.22206
73. Nahabedian MY, Singh N, Deune EG, Silverman R, Tufaro AP. Recipient vessel analysis for microvascular reconstruction of the head and neck. *Ann Plast Surg.* 2004 Feb;52(2):148-55; discussion 56-7. 10.1097/01.sap.0000095409.32437.d4
74. Nasir S, Baykal B, Altuntas S, Aydin MA. Hemodynamic differences in blood flow between free skin and muscles flaps: prospective study. *Journal of reconstructive microsurgery.* 2009 Jul;25(6):355-60. 10.1055/s-0029-1215522
75. Niederlag W, Lemke HU, Rienhoff O. [Personalized medicine and individual healthcare : Medical and information technology aspects]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2010 Aug;53(8):776-82. 10.1007/s00103-010-1098-8
76. Patel UA, Hernandez D, Shnayder Y, Wax MK, Hanasono MM, Hornig J, Ghanem TA, Old M, Jackson RS, Ledgerwood LG, Pipkorn P, Lin L, Ong A, Greene JB, Bekeny J, Yiu Y, Noureldine S, Li DX, Fontanarosa J, Greenbaum E, Richmon JD. Free Flap Reconstruction Monitoring Techniques and Frequency in the Era of Restricted Resident Work Hours. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017 Aug 1;143(8):803-9. 10.1001/jamaoto.2017.0304
77. Reichenberger MA, Harenberg PS, Pelzer M, Gazyakan E, Ryssel H, Germann G, Engel H. Arteriovenous loops in microsurgical free tissue transfer in reconstruction of central sternal defects. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010 Dec;140(6):1283-7. 10.1016/j.jtcvs.2010.05.019
78. Rickard RF, Hudson DA. A history of vascular and microvascular surgery. *Ann Plast Surg.* 2014 Oct;73(4):465-72. 10.1097/SAP.0b013e3182710027
79. Roh DS, Panayi AC, Bhasin S, Orgill DP, Sinha I. Implications of Aging in Plastic Surgery. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2019 Jan;7(1):e2085. 10.1097/GOX.0000000000002085
80. Rosenberry R, Chung S, Nelson MD. Skeletal Muscle Neurovascular Coupling, Oxidative Capacity, and Microvascular Function with 'One Stop Shop' Near-infrared Spectroscopy. *J Vis Exp.* 2018 Feb 20(132). 10.3791/57317
81. Rothenberger J, Amr A, Schaller HE, Rahmanian-Schwarz A. Evaluation of a non-invasive monitoring method for free flap breast reconstruction using laser doppler flowmetrie and tissue spectrophotometry. *Microsurgery.* 2013 Jul;33(5):350-7. 10.1002/micr.22096

82. Samaha FJ, Oliva A, Buncke GM, Buncke HJ, Siko PP. A clinical study of end-to-end versus end-to-side techniques for microvascular anastomosis. *Plast Reconstr Surg.* 1997 Apr;99(4):1109-11.
83. Sanati-Mehrizy P, Massenburg BB, Rozehnal JM, Ingargiola MJ, Hernandez Rosa J, Taub PJ. Risk Factors Leading to Free Flap Failure: Analysis From the National Surgical Quality Improvement Program Database. *J Craniofac Surg.* 2016 Nov;27(8):1956-64. 10.1097/SCS.00000000000003026
84. Schoffer O, Schriefer D, Werblow A, Gottschalk A, Peschel P, Liang LA, Karmann A, Klug SJ. Modelling the effect of demographic change and healthcare infrastructure on the patient structure in German hospitals - a longitudinal national study based on official hospital statistics. *BMC Health Serv Res.* 2023 Oct 11;23(1):1081. 10.1186/s12913-023-10056-y
85. Siemionow M, Andreasen T, Chick L, Lister G. Effect of muscle flap denervation on flow hemodynamics: a new model for chronic in vivo studies. *Microsurgery.* 1994;15(12):891-4. 10.1002/micr.1920151213
86. Siemionow M, Arslan E. Ischemia/reperfusion injury: a review in relation to free tissue transfers. *Microsurgery.* 2004;24(6):468-75. 10.1002/micr.20060
87. Smit JM, Acosta R, Zeebregts CJ, Liss AG, Anniko M, Hartman EH. Early reintervention of compromised free flaps improves success rate. *Microsurgery.* 2007;27(7):612-6. 10.1002/micr.20412
88. Smit JM, Zeebregts CJ, Acosta R, Werker PM. Advancements in free flap monitoring in the last decade: a critical review. *Plast Reconstr Surg.* 2010 Jan;125(1):177-85. 10.1097/PRS.0b013e3181c49580
89. Stephan D, Blatt S, Riedel J, Mohnke K, Ruemmler R, Ziebart A, Al-Nawas B, Kammerer PW, Thiem DGE. The Impact of Transfer-Related Ischemia on Free Flap Metabolism and Electrolyte Homeostasis-A New In Vivo Experimental Approach in Pigs. *J Clin Med.* 2023 Oct 19;12(20). 10.3390/jcm12206625
90. Taeger CD, Horch RE, Arkudas A, Schmitz M, Stubinger A, Lang W, Meyer A, Seitz T, Weyand M, Beier JP. Combined free flaps with arteriovenous loops for reconstruction of extensive thoracic defects after sternal osteomyelitis. *Microsurgery.* 2016 Feb;36(2):121-7. 10.1002/micr.22405
91. Timman R, Gopie JP, Brinkman JN, Kleijne A, Seynaeve C, Menke-Pluymers MB, Ter Kuile MM, Tibben A, Mureau MA. Most women recover from psychological distress after postoperative complications following implant or DIEP flap breast reconstruction: A prospective long-term follow-up study. *PloS one.* 2017;12(3):e0174455. 10.1371/journal.pone.0174455
92. Tsai YT, Lin TS. The suitability of end-to-side microvascular anastomosis in free flap transfer for limb reconstruction. *Ann Plast Surg.* 2012 Feb;68(2):171-4. 10.1097/SAP.0b013e3182275cf8
93. Vanschoonbeek A, Fabre G, Nanhekhan L, Vandervoort M. Outcome after urgent microvascular revision of free DIEP, SIEA and SGAP flaps for autologous breast reconstruction. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2016 Dec;69(12):1598-608. 10.1016/j.bjps.2016.09.017
94. Vemula R, Bartow MJ, Freeman M, Callaghan C, Matatov T, Jansen D, Allen B, Hilaire HS, Tessler O. Outcomes Comparison for Microsurgical Breast Reconstruction in Specialty

- Surgery Hospitals Versus Tertiary Care Facilities. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2017 Oct;5(10):e1514. 10.1097/GOX.0000000000001514
95. Vyas K, Wong L. Intraoperative management of free flaps: current practice. *Ann Plast Surg*. 2014;72(6):S220-3. 10.1097/SAP.0000000000000096
96. Yamada S, Okamoto H, Sekiya I, Wada I, Kobayashi M, Goto H, Mizutani J, Nozaki M, Hayashi K, Murakami S, Murase A, Kawaguchi Y, Inatani H, Tatematsu N, Otsuka T. Anatomical basis of distally based anterolateral thigh flap. *J Plast Surg Hand Surg*. 2014 Jun;48(3):197-200. 10.3109/2000656X.2013.859146
97. Yazar S. Selection of recipient vessels in microsurgical free tissue reconstruction of head and neck defects. *Microsurgery*. 2007;27(7):588-94. 10.1002/micr.20407
98. Yazar S, Wei FC, Chen HC, Cheng MH, Huang WC, Lin CH, Tsao CK. Selection of recipient vessels in double free-flap reconstruction of composite head and neck defects. *Plast Reconstr Surg*. 2005 May;115(6):1553-61.
99. Yim JH, Yun J, Lee TJ, Kim EK, Cho J, Eom JS. Outcomes of Take-Back Operations in Breast Reconstruction with Free Lower Abdominal Flaps. *Arch Plast Surg*. 2015 Nov;42(6):741-5. 10.5999/aps.2015.42.6.741
100. Young VL, Watson ME. Prevention of perioperative hypothermia in plastic surgery. *Aesthet Surg J*. 2006 Sep-Oct;26(5):551-71. 10.1016/j.asj.2006.08.009
101. Zhang L, Moskovitz M, Piscatelli S, Longaker MT, Siebert JW. Hemodynamic study of different angled end-to-side anastomoses. *Microsurgery*. 1995;16(2):114-7.
102. Zhou W, Zhang WB, Yu Y, Wang Y, Mao C, Guo CB, Yu GY, Peng X. Risk factors for free flap failure: a retrospective analysis of 881 free flaps for head and neck defect reconstruction. *International journal of oral and maxillofacial surgery*. 2017 Aug;46(8):941-5. 10.1016/j.ijom.2017.03.023
103. Zoccali G, Molina A, Farhadi J. Is long-term post-operative monitoring of microsurgical flaps still necessary? *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017 Aug;70(8):996-1000. 10.1016/j.bjps.2017.05.041

## **Abkürzungsverzeichnis**

ALT – Anterolaterale Oberschenkellappenplastik

ASA – Klassifikation der American Society of Anesthesiologists

cm – Zentimeter

d – *engl.* day

ETE – End-zu-End

ETS – End-zu-Seit

Flow – mikrovaskulärer Blutfluss

GM – Gracilis Muskellappenplastik

HT – Hypothermie

LDM – Latissimus dorsi Muskellappenplastik

min – Minute

MVL – Myokutane Vastus lateralis Lappenplastik

n – Nummer

NT – Normothermie

O<sub>2</sub>C – Oxygen to See

pAVK – Periphere arterielle Verschlusskrankheit

rHb – lokale Hämoglobinmenge

SD – *engl.* Standard Deviation

SO<sub>2</sub> – Sauerstoffsättigung

STA – A. thyroidea superior

y – *engl.* year

## **Abbildungsverzeichnis**

<i>Abbildung 1: Analyse der Mikrozirkulation in viablen LDM und GM Lappenplastiken für lebende und verstorbene Patient*innen. Modifiziert aus [70].</i>	11
<i>Abbildung 2: Schematische Darstellung einer mikrochirurgischen arteriellen End-zu-End-, sowie End-zu-Seit-Anastomose. Created with BioRender.com</i>	17
<i>Abbildung 3: Defektdeckung thorakal nach herzchirurgischem Eingriff mit Weichteildefekt und Sternumosteomyelitis. Modifiziert aus [24].</i>	21
<i>Abbildung 4: Boxplot-Analyse des mikrovaskulären Blutflusses (Flow), der Sauerstoffsättigung (SO<sub>2</sub>) und der relativen Menge an Hämoglobin (rHB) in freien Lappenplastiken. Modifiziert aus [70].</i>	25
<i>Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf des mikrovaskulären Blutflusses (Flow), der Sauerstoffsättigung (SO<sub>2</sub>) und der relativen Menge an Hämoglobin (rHB) in freien Gracilis (GM) Lappenplastiken und anterolateralen Oberschenkel (ALT) Lappenplastiken. Modifiziert aus [69].</i>	29

## **Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle 1: Gruppenunterschiede (Lebend vs. Verstorben) demographischer Variablen, operativer Details.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabelle 2: Gruppenunterschiede postoperativer Komplikationen nach freier Lappenplastik entsprechend der mittleren Körperkerntemperatur (°C). Modifiziert aus [66]. .....</i>	<i>14</i>
<i>Tabelle 3: Charakteristika und Komplikationen nach freier myokutaner Vastus lateralis (MVL) Lappenplastik mit Anschluss an die A. thyroidea superior (STA). Modifiziert aus [24]. .....</i>	<i>20</i>
<i>Tabelle 4: Detaillierte Analyse der Perfusionsdynamik freier Gracilis- und ALT Lappenplastiken innerhalb der ersten 72 Stunden nach Anastomose. Modifiziert aus [69]. ..</i>	<i>28</i>



## **Publikationen des Autors**

### ***1. Originalarbeiten als Erst- oder Letztautor***

\*shared first authorship, +shared last authorship

1. **Moellhoff N**, Prantl L, Behr B, Beier JP, Daigeler A, Dragu A, Eisenhardt SU, Fuchs PC, Germann G, Hirsch T, Horch RE, Infanger M, Jakubietz R, Kneser U, Langer S, Lehnhardt M, Machens HG, Mailander P, Reichert B, Radtke C, Schaefer DJ, Siemers F, Vogt PM, Menke H, Giunta RE. [Registry Research Funding of the German Society of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery (DGPRAC) and Research Funding Report 2021/2022]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2023 Apr;55(2):95-105. 10.1055/a-2007-4475  
JIF (2022): 0,6
2. **Moellhoff N**, Throner V, Frank K, Benne A, Coenen M, Giunta RE, Haas-Lützenberger EM. Epidemiology of hand injuries that presented to a tertiary care facility in Germany: a study including 435 patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023 Mar;143(3):1715-24. 10.1007/s00402-022-04617-9  
JIF (2022): 2,3
3. **Moellhoff N**, Throner V, Frank K, Benne A, Adelman S, Coenen M, Giunta RE, Haas-Lützenberger E. Visualization of the location and level of pain in common wrist pathologies using color-coded heatmaps. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2023 Feb;143(2):1095-102. 10.1007/s00402-022-04479-1  
JIF (2022): 2,3
4. **Moellhoff N**, Staiger TJ, Ehrl D, Kohler LH, Guertler A, Giunta RE, Cotofana S, Frank K. Identifying the most attractive umbilical position - an eye tracking- and survey-based investigation. *J Plast Surg Hand Surg.* 2022 Dec;56(6):369-75. 10.1080/2000656x.2021.2017946  
JIF (2021): 1,295
5. **Moellhoff N**, Taha S, Wachtel N, Hirschmann M, Hellweg M, Giunta RE, Ehrl D. Analysis of Factors Determining Patient Survival after Receiving Free-Flap Reconstruction at a Single Center-A Retrospective Cohort Study. *Diagnostics (Basel).* 2022 Nov 21;12(11). 10.3390/diagnostics12112877  
JIF (2022): 3,6
6. Calomeni M, Bravo BS, Schelke LW, Velthuis PJ, Schalet G, Frank K, Anne G, Alfertshofer M, Cotofana S, **Moellhoff N**. Precision of Soft Tissue Filler Injections - An Ultrasound-based Verification Study. *Aesthet Surg J.* 2022 Oct 25. 10.1093/asj/sjac272  
JIF (2022): 3,1

7. **Moellhoff N**, Gernert C, Frank K, Giunta RE, Ehrl D. The 72-Hour Microcirculation Dynamics in Viable Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery*. 2022 Oct;38(8):637-46. 10.1055/s-0042-1742733  
JIF (2022): 2,1
8. **Moellhoff N**, Lettner M, Frank K, Giunta RE, Ehrl D. Use of polylactid acid membrane improves outcome of split-thickness skin graft donor sites: a prospective, comparative, randomized study. *Plast Reconstr Surg*. 2022 Sep 1. 10.1097/PRS.00000000000009629  
JIF (2022): 3,6
9. **Moellhoff N**, Arnez T, Athanasopoulos E, Costa H, De Santis G, De Mortillet S, Demirdover C, Benedetto GD, Dzonov B, Elander A, Hansson E, Henley M, Jecan CR, Kaartinen I, Karabeg R, Kharkov A, Kneafsey B, Gjorgova ST, Palencar D, Portincasa A, Psaras G, Rakhorst H, Alonso MER, Rouif M, Saboye J, Pompeo FSD, Spindel S, Stepic N, Vasar O, Zic R, Giunta RE. ESPRAS Survey on Continuing Education in Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgery in Europe. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2022 Aug;54(4):365-73. 10.1055/a-1894-7436  
JIF (2022): 0,6
10. Kantelhardt C, Frank K, Kohler L, Cotofana S, Alfertshofer M, Hagen CS, Walbrun A, Karcz K, Giunta RE, **Möllhoff N**. [Change of Gaze Pattern depending on the Stage of DIEP Flap Breast Reconstruction: a Preliminary Eye-Tracking Investigation]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2022 Aug;54(4):356-62. 10.1055/a-1794-5951  
JIF (2022): 0,6
11. Frank K\*, **Moellhoff N\***, Swift A, Green JB, Schuster L, Gotkin RH, Hernandez CA, Voropai D, Haas EM, Cotofana S. In Search of the Most Attractive Lip Proportions and Lip Volume: An Eye Tracking- and Survey-Based Investigation. *Plast Reconstr Surg*. 2022 Aug 1;150(2):301-8. 10.1097/prs.00000000000009361  
JIF (2022): 3,6
12. Leibrock LB, Hofmann DM, Fuchs B, Birt A, Reinholz M, Guertler A, Frank K, Giunta RE, Egana JT, Nickelsen J, Schenck TL, **Moellhoff N**. In vitro and in vivo detection of microbial gene expression in bioactivated scaffolds seeded with cyanobacteria. *Lett Appl Microbiol*. 2022 Aug;75(2):401-9. 10.1111/lam.13740  
JIF (2022): 2,4
13. **Moellhoff N**, Heidekrueger PI, Frank K, Pistek S, Alt V, Giunta RE, Ehrl D. Comparing the Time-Dependent Evolution of Microcirculation in Gracilis vs. ALT Flaps Using Laser-Doppler Flowmetry and Tissue-Spectrometry. *J Clin Med*. 2022 Apr 26;11(9).10.3390/jcm11092425  
JIF (2022): 3,9

14. Cotofana S, Lowrey N, Frank K, Ziebart R, Guertler A, Freytag L, Helm S, Alfertshofer MG, **Moellhoff N**. Vascular Safe Zones for Facial Soft Tissue Filler Injections. *Plast Aesthet Nurs (Phila)*. 2022 Apr-Jun 01;42(2):80-7. 10.1097/PSN.0000000000000430  
JIF (2022): 0,28
15. **Moellhoff N**, Broer PN, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Impact of patients' gender on microvascular lower extremity reconstruction. *J Plast Surg Hand Surg*. 2022 Feb;56(1):47-52. 10.1080/2000656x.2021.1914638  
JIF (2022): 1,2
16. Broer PN\*, **Moellhoff N\***, Aung T, Forte AJ, Topka C, Richter DF, Colombo M, Sinno S, Kehrer A, Zeman F, Rohrich RJ, Prantl L, Heidekrueger PI. How to Approach Secondary Breast Reduction: International Trends and a Systematic Review of the Literature. *Aesthetic Plast Surg*. 2021 Dec;45(6):2555-67. 10.1007/s00266-021-02243-1  
JIF (2021): 2,708
17. **Moellhoff N**, Kandelhardt C, Ehrl D, Kohler L, Koban K, Giunta RE, Guertler A, Mardini S, Cotofana S, Frank K. The Impact of Breast Symmetry on Eye Movement and Gaze Pattern: An Eye-Tracking Investigation. *Aesthet Surg J*. 2021 Oct 15;41(11):Np1512-np8. 10.1093/asj/sjab285  
JIF (2021): 4,485
18. **Moellhoff N\***, Prantl L\*, Fritschen U, Germann G, Giunta RE, Kehrer A, Aung T, Zeman F, Broer PN, Heidekrueger PI. Uni-vs. bilateral DIEP flap reconstruction – A multicenter outcome analysis. *Surgical oncology*. 2021 2021/09/01/;38:101605.  
JIF (2021): 2,388
19. Giunta RE, Hansson E, Andresen C, Athanasopoulos E, Benedetto GD, Celebic AB, Caulfield R, Costa H, Demirdover C, Georgescu A, Hemelryck TV, Henley M, Kappos EA, Karabeg R, Karhunen-Enckell U, Korvald C, Mortillet S, Murray DJ, Palencar D, Piatkowski A, Pompeo FSD, Psaras G, Rakhorst H, Rogelj K, Rosenkrantz Holmich L, Schaefer DJ, Spindel S, Stepic N, Vandervoort M, Vasar O, Waters R, Zic R, **Moellhoff N<sup>+</sup>**, Elander A<sup>+</sup>. ESPRAS Survey on Breast Reconstruction in Europe. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2021 Aug;53(4):340-8. 10.1055/a-1424-1428  
JIF (2021): 0,985
20. Prantl L\*, **Moellhoff N\***, von Fritschen U, Giunta R, Germann G, Kehrer A, et al. Effect of Radiation Therapy on Microsurgical Deep Inferior Epigastric Perforator Flap Breast Reconstructions: A Matched Cohort Analysis of 4577 Cases. *Ann Plast Surg*. 2021 Jun 1;86(6):627-31. 10.1097/sap.00000000000002628  
JIF (2021): 1,763

21. Chavez MN\*, Fuchs B\*, **Moellhoff N\***, Hofmann D, Zhang L, Selao TT, Giunta RE, Egana JT, Nickelsen J, Schenck TL. Use of photosynthetic transgenic cyanobacteria to promote lymphangiogenesis in scaffolds for dermal regeneration. *Acta Biomater.* 2021 May;126:132-43. 10.1016/j.actbio.2021.03.033.  
JIF (2021): 10,633
22. Ehrl D, Broer PN, Ninkovic M, Giunta RE, **Moellhoff N**. Extending the Indication of the Superior Thyroid Artery as a Recipient Vessel for Complex Upper Body Defects. *Ann Plast Surg.* 2021 May 1;86(5):551-6. 10.1097/sap.0000000000002581  
JIF (2021): 1,763
23. Giunta RE\*, **Möllhoff N\***, Costa H, Demirdöver C, di Benedetto G, Elander A, Henley M, Murray DJ, Schaefer DJ, Spendel S, Vasar O, Zic R. Strengthening Plastic Surgery in Europe - ESPRAS Survey at ESPRAS European Leadership Forum (ELF). *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2021 Apr;53(2):102-9. 10.1055/a-1294-9992  
JIF (2021): 0,985
24. **Moellhoff N**, Polzer H, Baumbach SF, Kanz KG, Bocker W, Bogner-Flatz V. [Unguis incarnatus-conservative or operative treatment? A practical treatment algorithm]. *Unfallchirurg.* 2021 Apr;124(4):311-8. 10.1007/s00113-020-00903-6  
JIF (2021): 0,918
25. **Moellhoff N**, Prantl L, Behr B, Beier JP, Daigeler A, Dragu A, Eisenhardt SU, Fuchs PC, Germann G, Hirsch T, Horch RE, Infanger M, Jakubietz R, Kneser U, Langer S, Lehnhardt M, Machens HG, Mailänder P, Reichert B, Radtke C, Schaefer DJ, Siemers F, Stark GB, Steinau HU, Vogt PM, Giunta RE. [Registry Research Funding of the German Society of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (DGPRÄC) and Research Funding Report 2019/2020]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2021 Apr;53(2):110-8. 10.1055/a-1267-0388  
JIF (2021): 0,985
26. **Moellhoff N**, Broer PN, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Impact of Intraoperative Hypothermia on Microsurgical Free Flap Reconstructions. *Journal of reconstructive microsurgery.* 2021 Feb;37(2):174-80. 10.1055/s-0040-1715880  
JIF (2021): 2,329
27. Prantl L\*, **Moellhoff N\***, von Fritschen U, Giunta RE, Germann G, Kehrer A, Lonic D, Zeman F, Broer PN, Heidekrueger PI. Immediate versus secondary DIEP flap breast reconstruction: a multicenter outcome study. *Archives of gynecology and obstetrics.* 2020 Dec;302(6):1451-9. 10.1007/s00404-020-05779-w  
JIF (2020): 2,344
28. Prantl L\*, **Moellhoff N\***, Fritschen UV, Germann G, Giunta RE, Zeman F, Kehrer A, Lonic D, Broer PN, Ehrl D, Heidekrueger PI. Impact of Smoking Status in Free Deep Inferior Epigastric Artery Perforator Flap Breast Reconstruction: A Multicenter Study.

Journal of reconstructive microsurgery. 2020 Nov;36(9):694-702. 10.1055/s-0040-1714426

JIF (2020): 2,873

29. Hubner M\*, **Moellhoff N\***, Effinger D, Hinske CL, Hirschberger S, Wu T, Müller MB, Strauß G, Kreth FW, Kreth S. MicroRNA-93 acts as an "anti-inflammatory tumor suppressor" in glioblastoma. Neurooncol Adv. 2020 Jan-Dec;2(1):vdaa047. 10.1093/noajnl/vdaa047.

JIF (2022): 3.5

30. Guertler A\*, **Moellhoff N\***, Schenck TL, Hagen CS, Kendziora B, Giunta RE, French LE, Reinholz M. Onset of occupational hand eczema among healthcare workers during the SARS-CoV-2 pandemic: Comparing a single surgical site with a COVID-19 intensive care unit. Contact Dermatitis. 2020 Aug;83(2):108-14. 10.1111/cod.13618

JIF (2020): 6,6

31. Broer PN\*, **Moellhoff N\***, Mayer JM, Heidekrueger PI, Ninkovic M, Ehrl D. Comparison of Outcomes of End-to-End versus End-to-Side Anastomoses in Lower Extremity Free Flap Reconstructions. Journal of reconstructive microsurgery. 2020 Jul;36(6):432-7. 10.1055/s-0040-1702156

JIF (2020): 2,873

32. Giunta RE\*, **Mollhoff N\***, Horch RE, Prantl L, Beier JP, Daigeler A, Dragu A, Eisenhardt SU, Fuchs PC, Germann G, Hirsch T, Infanger M, Jakubietz R, Kneser U, Langer S, Lehnhardt M, Machens HG, Mailänder P, Reichert B, Radtke C, Schaefer DJ, Siemers F, Stark GB, Steinau HU, Vogt PM. [Registry Research Funding of the German Society of Plastic, Reconstructive and Aesthetic Surgeons (DGPRÄC) and Research Funding Report 2017/2018]. Handchir Mikrochir Plast Chir. 2018 Dec;50(6):414-21. 10.1055/a-0770-3485

JIF (2018): 0,809

## 2. Originalarbeiten als Ko-Autor

1. Mert S, Emelianova I, **Möllhoff N**, Bader MC, Giunta R, Maria Haas-Lutzenberger E. [German Translation and Validation of the Patient-Oriented Questionnaire "Thumb Disability Examination" (TDX) for Specific Diagnosis and Follow-Up of Thumb Carpometacarpal Joint Osteoarthritis]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2023 Dec;55(6):443-9. 10.1055/a-2192-9410  
JIF (2022): 0,6
2. Kaye KO, Paprottka F, **Moellhoff N**, Fertsch S, Frank K, Casabona G. Radiofrequency and pulsed electromagnetic field application following liposuction-Clinical evaluation of performance and safety. *J Cosmet Dermatol.* 2023 Dec;22(12):3298-304. 10.1111/jocd.15937  
JIF (2022): 2,3
3. Frank K, Zeng R, Sedlbauer S, Prantl L, Giunta R, Cotofana S, **Moellhoff N**, Alfertshofer M, Kaye K, Brebant V. The Influence of Scar Patterns After Reduction Mammoplasty on Eye Movement and Gaze Pattern: An Eye-Tracking Investigation. *Aesthetic Plast Surg.* 2023 Oct 18. 10.1007/s00266-023-03689-1  
JIF (2022): 2,4
4. Armengou X, Frank K, Kaye K, Brebant V, **Möllhoff N**, Cotofana S, Alfertshofer M. Facial Anthropometric Measurements and Principles - Overview and Implications for Aesthetic Treatments. *Facial Plast Surg.* 2023 Jul 24. 10.1055/s-0043-1770765  
JIF (2022): 1,0
5. Calomeni M, Alfertshofer M, **Moellhoff N**, Freytag DL, Nikolis A, Biesman B, Davidovic K, Schelke L, Velthuis PJ, Cotofana S. Understanding Platysma Muscle Contraction Pattern and Its Relationship to Platysmal Banding: A Real-Time Ultrasound Study. *Aesthet Surg J.* 2023 Jul 7. 10.1093/asj/sjad216  
JIF (2022): 3,1
6. Fuchs B, Birt A, **Moellhoff N**, Kuhlmann C, Giunta R, Wiggenhauser PS. The use of commercial fibrin glue in dermal replacement material reduces angiogenic and lymphangiogenic gene and protein expression in vitro. *J Biomater Appl.* 2023 May;37(10):1858-73. 10.1177/08853282231171681  
JIF (2022): 2,712
7. Fuchs B, Birt A, **Moellhoff N**, Kuhlmann C, Giunta RE, Wiggenhauser PS. Adipose-Derived Stem Cells Improve Angiogenesis and Lymphangiogenesis in a Hypoxic Dermal Regeneration Model In Vitro. *Medicina (Kaunas).* 2023 Apr 4;59(4). 10.3390/medicina59040706  
JIF (2022): 2,6

8. Hayano W, Kerscher M, Day D, Ogilvie A, Pavicic T, Lim T, Lorenc PZ, Hernandez C, Frank K, **Moellhoff N**, Prinz V, Cajkovsky M, Pooth R, Green J. Novel, Validated 5-Point Photonumeric Scales for Assessment of the Perioral Region. *Aesthet Surg J*. 2023 Apr 13. 10.1093/asj/sjad103  
JIF (2022): 3,1
9. Li XR, Hong WJ, Luo SK, Zhang YL, Li WM, **Moellhoff N**, Freytag DL, Nikolis A, Alfertshofer M, Cotofana S. A Computed Tomographic Investigation of the Ophthalmic Artery Volume and its Relevance to Soft Tissue Filler Injections. *Aesthet Surg J*. 2023 Mar 2. 10.1093/asj/sjad051  
JIF (2022): 3,1
10. Kerscher M, Green J, Day D, Ogilvie A, Pavicic T, Lim T, Hayano W, Lorenc ZP, Hernandez C, Frank K, **Moellhoff N**, Prinz V, Cajkovsky M, Pooth R. Novel, Validated Five-Point Photonumeric Scales for Assessment of the Neck and Decollete. *Aesthet Surg J*. 2023 Feb 25. 10.1093/asj/sjad041  
JIF (2022): 3,1
11. Casabona G, Alfertshofer M, Kaye K, Frank K, **Moellhoff N**, Davidovic K, Cotofana S. Ex Vivo Product Distribution of Injectable Biostimulator Substances. *Aesthet Surg J*. 2023 Apr 10;43(5):NP348-NP56. 10.1093/asj/sjad014  
JIF (2022): 3,1
12. Alfertshofer M, Engerer N, Frank K, **Moellhoff N**, Freytag DL, Cotofana S. Multimodal Analyses of the Aging Forehead and Their Clinical Implications. *Aesthet Surg J*. 2023 Jun 14;43(7):Np531-np40. 10.1093/asj/sjad009  
JIF (2022): 3,1
13. Hernandez CA, Zapata DEU, Bermudez MP, Frank K, **Moellhoff N**, Alfertshofer M, Gotkin RH, Davidovic K, Cotofana S. Clinical validation of the upper face first principle-A clinical, prospective, interventional split-face study. *J Cosmet Dermatol*. 2023 Feb;22(2):418-25. 10.1111/jocd.15563  
JIF (2022): 2,3
14. Frank K, Ehrl D, Bernardini F, Walbrun A, **Moellhoff N**, Alfertshofer M, et al. How We Look At Mature Faces-An Eye-Tracking Investigation Into the Perception of Age. *Aesthet Surg J*. 2023 Feb 3;43(2):115-22. 10.1093/asj/sjac251  
JIF (2022): 3,1
15. Ehlinger-David A, Gorj M, Braccini F, Loreto F, Grand-Vincent A, Garcia P, Taieb M, Benadiba L, Catoni I, Mathey ER, Deutsch JJ, Bahadoran P, Vincent T, David M, Cartier H, Nadra K, **Moellhoff N**, Fanian F. A prospective multicenter clinical trial evaluating the efficacy and safety of a hyaluronic acid-based filler with Tri-Hyal technology in the treatment of lips and the perioral area. *J Cosmet Dermatol*. 2023 Feb;22(2):464-72. 10.1111/jocd.15169

JIF (2022): 2,3

16. Bravo BSF, de Melo Carvalho R, Penedo L, de Bastos JT, Calomeni Elias M, Cotofana S, Frank K, **Moellhoff N**, Freitag L, Alfertshofer M. Applied anatomy of the layers and soft tissues of the forehead during minimally-invasive aesthetic procedures. *J Cosmet Dermatol.* 2022 Nov;21(11):5864-71. 10.1111/jocd.15131  
JIF (2022): 2,3
17. Duschek N, Cajkovsky M, Prinz V, Muller D, Hundsammer A, Baiertl A, **Möllhoff N**, Sulovsky M, Frank K. An open-label, 4-week, prospective clinical study evaluating the efficacy and safety of a novel targeted skin care line addressing five common skin conditions. *J Cosmet Dermatol.* 2022 Nov;21(11):5760-8. 10.1111/jocd.15223  
JIF (2022): 2,3
18. Hernandez C, Davidovic K, Avelar L, Alfertshofer M, Freytag L, Frank K, **Moellhoff N**, Dennison R, Green JB, Cotofana S. Facial Soft Tissue Repositioning With Neuromodulators: Lessons Learned From Facial Biomechanics. *Aesthet Surg J.* 2022 Sep 14;42(10):1163-71. 10.1093/asj/sjac090  
JIF (2022): 3,1
19. Li ZH, Alfertshofer M, Hong WJ, Li XR, Zhang YL, **Moellhoff N**, Frank K, Luo SK, Cotofana S. Upper Facial Anastomoses Between the External and Internal Carotid Vascular Territories - A 3D Computed Tomographic Investigation. *Aesthet Surg J.* 2022 Sep 14;42(10):1145-51. 10.1093/asj/sjac060  
JIF (2022): 3,1
20. Broer PN, **Moellhoff N**, Forte AJ, Topka C, Richter D, Sinno S, Colombo M, Prantl L, Rohrich R, Heidekrueger PI. Common practices in patient care after mammoplasty and perioperative safety measures to prevent thromboembolic events - An observational study across all continents. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2022 Aug;75(8):2601-8. 10.1016/j.bjps.2022.02.037  
JIF (2022): 2,7
21. Engerer N, Frank K, **Moellhoff N**, Alfertshofer M, Giunta RE, Green JB, Lorenc PZ, Chaney GK, Ehrh D, Cotofana S. Aging of the Neck Decoded: New Insights for Minimally Invasive Treatments. *Aesthetic Plast Surg.* 2022 Aug;46(4):1698-705. 10.1007/s00266-022-02961-0  
JIF (2022): 2,4
22. Li Z, Frank K, Kohler LH, Moellhoff N, Giunta RE, Cotofana S, Alfertshofer MG, Woodward J, Voropai D, Koban KC. Anatomic Differences Between the Asian and Caucasian Nose and Their Implications for Liquid Rhinoplasties. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):167-73. 10.1016/j.fsc.2022.01.008  
JIF (2022): 1,3



23. Koban KC, Xu Y, Moellhoff N, Ehrl D, Alfertshofer MG, Cotofana S, Giunta RE, Woodward J, Voropai D, Frank K. Accuracy Assessment of Three-Dimensional Surface Imaging-Based Distance Measurements of the Face: Comparison of a Handheld Facial Scanner and a Stationary Whole-Body Surface Imaging Device. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):159-66. 10.1016/j.fsc.2022.01.009  
JIF (2022): 1,3
24. Freytag L, Alfertshofer MG, Frank K, Moellhoff N, Helm S, Redaelli A, Voropai D, Hernandez CA, Green JB, Cotofana S. Understanding Facial Aging Through Facial Biomechanics: A Clinically Applicable Guide for Improved Outcomes. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):125-33. 10.1016/j.fsc.2022.01.001  
JIF (2022): 1,3
25. Bernardini F, Staiger T, **Moellhoff N**, Giunta RE, Braig D, Ehrl D, Woodward J, Cotofana S, Kohler LH, Frank K. Facial Recognition Pattern before and after Lower Eyelid Blepharoplasty: An Eye Tracking Analysis. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):271-6. 10.1016/j.fsc.2022.01.007  
JIF (2022): 1,3
26. Frank K, Assemi-Kabir S, Alfertshofer MG, Ehrl D, Gotkin RH, **Moellhoff N**, Lorenc PZ, Pavicic T, Hernandez CA, Cotofana S. Electrophysiologic Frontalis Muscle Response Following Neuromodulator Injections. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):225-31. 10.1016/j.fsc.2022.01.010  
JIF (2022): 1,3
27. Kassir R, Kassir S, Hofmann L, Breyer N, Cotofana S, **Moellhoff N**, Alfertshofer MG, Cajkovsky M, Frank K, Kohler LH. Effect of Surgical versus Nonsurgical Rhinoplasty on Perception of the Patient: An Eye-Tracking-Based Investigation. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):175-81. 10.1016/j.fsc.2022.01.004  
JIF (2022): 1,3
28. Alfertshofer MG, Frank K, **Moellhoff N**, Helm S, Freytag L, Mercado-Perez A, Hargiss JB, Dumbrava M, Green JB, Cotofana S. Ultrasound Anatomy of the Dorsal Nasal Artery as it Relates to Liquid Rhinoplasty Procedures. *Facial Plast Surg Clin North Am.* 2022 May;30(2):135-41. 10.1016/j.fsc.2022.01.002  
JIF (2022): 1,3
29. Xu Y, Frank K, Kohler L, Ehrl D, Alfertshofer M, Giunta RE, **Moellhoff N**, Cotofana S, Koban KC. Reliability of 3-dimensional surface imaging of the face using a whole-body surface scanner. *J Cosmet Dermatol.* 2022 Apr;21(4):1464-70. 10.1111/jocd.14555  
JIF (2022): 2,3
30. Calomeni M, Alfertshofer MG, Frank K, **Moellhoff N**, Dennison R, Bravo B, Schelke L, Velthuis P, Green JB, Cotofana S. Real-Time Ultrasound Imaging of the Tear

- Trough: Lessons Learned from Functional Anatomy. *Aesthet Surg J.* 2022 Apr 12;42(5):518-26. 10.1093/asj/sjab351  
JIF (2022): 3,1
31. Alfertshofer MG, Frank K, Ehrl D, Freytag DL, **Moellhoff N**, Gotkin RH, Mardini S, Beleznavy K, Swift A, Cotofana S. The Layered Anatomy of the Nose: An Ultrasound-Based Investigation. *Aesthet Surg J.* 2022 Mar 15;42(4):349-57. 10.1093/asj/sjab310  
JIF (2022): 3,1
32. Ingallina F, Frank K, Mardini S, Gavril DL, Hernandez CA, Benslimane F, Gotkin RH, Davidovic K, **Moellhoff N**, Cotofana S. Reevaluation of the Layered Anatomy of the Forehead: Introducing the Subfrontalis Fascia and the Retrofrontalis Fat Compartments. *Plast Reconstr Surg.* 2022 Mar 1;149(3):587-95. 10.1097/prs.00000000000008826  
JIF (2022): 3,6
33. Boonipat T, Hebel N, Lin J, Frank K, **Mollhoff N**, Cotofana S, Bradley E, Shapiro D, Mardini S. Endoscopic Browlift in Patients With Receding Hairlines. *J Craniofac Surg.* 2022 Mar-Apr 01;33(2):615-9. 10.1097/scs.00000000000008156  
JIF (2022): 0,9
34. Heidekrueger P, von Fritschen U, **Moellhoff N**, Germann G, Giunta R, Zeman F, Prantl L. Comparison of venous couplers versus hand-sewn technique in 4577 cases of DIEP-flap breast reconstructions - A multicenter study. *Microsurgery.* 2022 Jan;42(1):5-12. 10.1002/micr.30686  
JIF (2022): 2,1
35. Sulovsky M, Muller D, Prinz V, **Moellhoff N**, Cajkovsky M, Duschek N, Frank K. A prospective open-label, multicentre study evaluating a non-cross-linked hyaluronic acid based soft-tissue filler in the correction of lateral canthal and perioral lines. *J Cosmet Dermatol.* 2022 Jan;21(1):191-8. 10.1111/jocd.14460  
JIF (2022): 2,3
36. Muller D, Prinz V, Sulovsky M, Cajkovsky M, **Moellhoff N**, Cotofana S, Frank K. Longevity and subject-reported satisfaction after minimally invasive jawline contouring. *J Cosmet Dermatol.* 2022 Jan;21(1):199-206. 10.1111/jocd.14410  
JIF (2022): 2,3
37. Freytag DL, Alfertshofer MG, Frank K, Melnikov DV, **Moellhoff N**, Swift A, Heisinger S, Gotkin RH, Ehrl D, Cotofana S. The Difference in Facial Movement Between the Medial and the Lateral Midface: A 3D Skin Surface Vector Analysis. *Aesthet Surg J.* 2022 Jan 1;42(1):1-9. 10.1093/asj/sjab152  
JIF (2022): 3,1
38. Schelke L, Velthuis PJ, Lowry N, Rohrich RJ, Swift A, Gotkin RH, **Moellhoff N**, Frank K, Dumbrava M, Cotofana S. The mobility of the superficial and deep midfacial fat

- compartments: An ultrasound-based investigation. *J Cosmet Dermatol*. 2021 Dec;20(12):3849-56. 10.1111/jocd.14374  
JIF (2021): 2,189
39. Bernardini FP, Casabona G, Alfertshofer MG, Frank K, **Moellhoff N**, Gotkin RH, Davidovic K, Voropai D, Valli A, Cotofana S. Soft tissue filler augmentation of the orbicularis retaining ligament to improve the lid-cheek junction. *J Cosmet Dermatol*. 2021 Nov;20(11):3446-53. 10.1111/jocd.14495  
JIF (2021): 2,189
40. Frank K, **Moellhoff N**, Kaiser A, Alfertshofer M, Gotkin RH, Patel A, Smith MP, Mardini S, Gavril D, Cotofana S. Signal-To-Noise Ratio Calculations to Validate Sensor Positioning for Facial Muscle Assessment Using Noninvasive Facial Electromyography. *Facial Plast Surg*. 2021 Oct;37(5):614-24. 10.1055/s-0041-1725168  
JIF (2021): 1,286
41. Cotofana S, Assemi-Kabir S, Mardini S, Giunta RE, Gotkin RH, **Moellhoff N**, Avelar LET, Mercado-Perez A, Lorenc PZ, Frank K. Understanding Facial Muscle Aging: A Surface Electromyography Study. *Aesthet Surg J*. 2021 Aug 13;41(9):Np1208-np17. 10.1093/asj/sjab202  
JIF (2021): 4,485
42. Heidekrueger PI, Fritschen U, **Moellhoff N**, Germann G, Giunta RE, Zeman F, Prantl L. Impact of body mass index on free DIEP flap breast reconstruction: A multicenter cohort study. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2021 Aug;74(8):1718-24. 10.1016/j.bjps.2020.12.043  
JIF (2021): 3,022
43. Frank K, Schuster L, Alfertshofer M, Baumbach SF, Herterich V, Giunta RE, **Moellhoff N**, Braig D, Ehrl D, Cotofana S. How Does Wearing a Facecover Influence the Eye Movement Pattern in Times of COVID-19? *Aesthet Surg J*. 2021 Jul 14;41(8):Np1118-np24. 10.1093/asj/sjab121  
JIF (2021): 4,485
44. Alfertshofer M, Frank K, Melnikov DV, **Mollhoff N**, Gotkin RH, Freytag DL, Heisinger S, Giunta RE, Schenck TL, Cotofana S. Performing Distance Measurements in Curved Facial Regions: A Comparison between Three-Dimensional Surface Scanning and Ultrasound Imaging. *Facial Plast Surg*. 2021 Jun;37(3):395-9. 10.1055/s-0041-1725166  
JIF (2021): 1,286
45. Frank K, Hagen CS, **Mollhoff N**, Wiggerhauser PS, Giunta RE, Ehrl D, Schenck TL. [The frequency of performing vascular anastomoses determines the learning curve in a retrospective analysis of 212 participants of the Munich course of microsurgery]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2021 Apr;53(2):125-9. 10.1055/a-1351-0304

JIF (2021): 0,985

46. Heidekrueger PI, **Moellhoff N**, Horch RE, Lohmeyer JA, Marx M, Heitmann C, Fansa H, Geenen M, Gabka CJ, Handstein S, Prantl L, von Fritschen U. Overall Complication Rates of DIEP Flap Breast Reconstructions in Germany—A Multi-Center Analysis Based on the DGPRÄC Prospective National Online Registry for Microsurgical Breast Reconstructions. *J Clin Med.* 2021 Mar 2;10(5). 10.3390/jcm10051016  
JIF (2021): 4,964
47. Casabona G, Frank K, **Moellhoff N**, Gavril DL, Swift A, Freytag DL, Kaiser A, Green JB, Nikolis A, Cotofana S. Full-face effects of temporal volumizing and temporal lifting techniques. *J Cosmet Dermatol.* 2020 Nov;19(11):2830-7. 10.1111/jocd.13728.  
JIF (2020): 2,696
48. Giunta RE, Frank K, **Moellhoff N**, Braig D, Haas EM, Ahmad N, Hagen CS, Wiggerhauser PS, Frick A, Koban K, Wachtel N, Taha S, Ehrl D, Schenck TL. [The COVID-19 Pandemia and its consequences for plastic surgery and hand surgery]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2020 Jun;52(3):233-41. 10.1055/a-1163-9009  
JIF (2020): 1,018

### **3. Kasuistiken/ Case Reports**

1. **Moellhoff N**, Groene P, Ney L, Hauer D. [Development of a giant bulla under spontaneous breathing by self-inflicted lung injury in a patient with COVID-19 pneumonia]. *Anaesthesist*. 2022 Apr;71(4):303-6. 10.1007/s00101-021-01072-w  
JIF (2022): 1,1
2. **Mollhoff N**, Koban KC, Engelhardt TO, Tonn JC, Giunta RE. [Case report of frontobasal reconstruction and volume augmentation using a free gracilis muscle flap and autologous fat grafting: utilising the free flap as a scaffold for fat transplantation]. *Handchir Mikrochir Plast Chir*. 2020 Aug;52(4):330-4. 10.1055/a-1150-7601  
JIF (2020): 1,018
3. Ehrl D, Rentsch M, **Moellhoff N**, Wachtel N. Complex microsurgical perineal reconstruction after resection of a giant verrucous carcinoma associated with anal fistulas in Crohn's disease-a unique case report. *Int J Colorectal Dis*. 2020 Jul;35(7):1337-41. 10.1007/s00384-020-03569-z  
JIF (2020): 2,571

#### 4. *Übersichtsartikel/Reviews*

\*shared first authorship

1. **Möllhoff N**, Ehrl D, Fuchs B, Frank K, Alt V, Mayr D, Braig D, Giunta RE, Hagen C. [Breast implant-associated squamous cell carcinoma: a systematic literature review]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2023 Aug;55(4):268-77. 10.1055/a-2108-9111  
JIF (2022): 0,6
2. **Moellhoff N**, Kuhlmann C, Frank K, Kim BS, Conte F, Cotofana S, Piccolo NS, Pallua N. Arterial Embolism After Facial Fat Grafting: A Systematic Literature Review. *Aesthetic Plast Surg.* 2023 Aug 10. 10.1007/s00266-023-03511-y  
JIF (2022): 2,4
3. Giunta RE, **Möllhoff N**, Gohritz A, Langer M, Lanz U. [A short History of Handsurgery with link to video]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2021 Apr;53(2):194-200. 10.1055/a-0775-0849  
JIF (2021): 0,985
4. Chávez MN\*, **Moellhoff N\***, Schenck TL, Egaña JT, Nickelsen J. Photosymbiosis for Biomedical Applications. *Front Bioeng Biotechnol.* 2020;8:577204. 10.3389/fbioe.2020.577204  
JIF (2020): 5,890
5. **Moellhoff N**, Frank K, Wiggenhauser PS, Schenck TL, Mayr D, Giunta RE. [An algorithmic approach for diagnosis and treatment of breast implant-associated anaplastic large cell lymphoma]. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 2020 Apr;52(2):67-74. 10.1055/a-1111-8841  
JIF (2020): 1,018
6. **Möllhoff N**, Ehrl D, Giunta RE. [Defect coverage after severe soft tissue infections: when and how?]. *Chirurg.* 2020 Apr;91(4):313-8. 10.1007/s00104-019-01096-4  
JIF (2020): 0,955
7. **Moellhoff N**, Giunta RE. [Artificial intelligence in plastic surgery: Current developments and perspectives]. *Chirurg.* 2020 Mar;91(3):211-5. 10.1007/s00104-019-01052-2  
JIF (2020): 0,955

**5. Buchkapitel/Book Chapters**

1. **Möllhoff N**, Bogner-Flatz V. Unguis incarnatus. In: Jauch K-W, Mutschler W, Hoffmann J, Kanz K-G, editors. Chirurgie Basisweiterbildung: In 101 Schritten durch die beiden ersten Berufsjahre. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2022. p. 301-5.
2. **Moellhoff N**, Cotofana, S. Anatomy. In: Treacy, P. Prevention and Management of Aesthetic Complications. Torina, Italy: Edizioni Minerva Medica; 2022. p. 1-8.
3. Zahlreiche Kapitel in: Chao, Y.Y.-Y., & Cotofana, S. (Eds.). (2022). Adapting Dermal Fillers in Clinical Practice (1st ed.). CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9780429260520>
4. **Moellhoff N**, Cotofana S. Anatomical considerations to improve aesthetic treatments using neuromodulators. In: Yates Y, editor. Optimizing Aesthetic Toxin Results: CRC Press; 2022. p. 81-92.

**6. Sonstige Veröffentlichungen (z. B. Letters to the Editor)**

1. **Moellhoff N**, Kuhlmann C, Giunta RE. A 10-year analysis of citations and impact factors in plastic surgery journals. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2024 Jan;88:475-7. 10.1016/j.bjps.2023.12.010  
JIF (2022): 2,7
2. Cotofana S, Ziebart R, Chaney GK, Alfertshofer MG, Frank K, Freytag L, **Moellhoff N**. Discussion: Zygomatico-Orbital Artery: A Reevaluation of the Temporal Blood Vessels. *Plast Reconstr Surg.* 2023 Jun 1;151(6):1186-8. 10.1097/PRS.00000000000010113  
JIF (2022): 3,6
3. Cotofana S, Alfertshofer MG, Frank K, Freytag L, **Moellhoff N**. Commentary on: The Dorsal Nasal Complex in Asians: Anatomical Variations and Injection Guide for BoNT-A. *Aesthet Surg J.* 2023 Apr 5. 10.1093/asj/sjad091  
JIF (2022): 3,1
4. Cotofana S, **Moellhoff N**. Invited Discussion on: Clinical Application of Stromal Vascular Fraction Gel in Temple Augmentation Using Deep Injection and Shallow Pave Filling. *Aesthetic Plast Surg.* 2022 Aug;46(4):1900-1. 10.1007/s00266-022-02829-3  
JIF (2022): 2,4
5. Cotofana S, Frank K, Alfertshofer MG, Freytag L, Chaney GK, Ziebart R, **Moellhoff N**. Invited Discussion on: A 7-Step Guide to High-Definition Liposuction. *Aesthetic Plast Surg.* 2022 Jul 15. 10.1007/s00266-022-03005-3  
JIF (2022): 2,4
6. **Moellhoff N**, Polzer H, Baumbach SF, Kanz KG, Bocker W, Bogner-Flatz V. [Unguis incarnatus-High-quality research comparing conservative and surgical treatment is warranted]. *Unfallchirurgie (Heidelb).* 2022 Jul;125(7):585-6. 10.1007/s00113-022-01190-z  
JIF (2022): 0,8
7. Cotofana S, Alfertshofer MG, Frank K, Melnikov DV, Freytag L, **Moellhoff N**. Invited Discussion on: Prevention of Breast Implant Displacement Using the Acellular Dermal Matrix Garter Belt. *Aesthetic Plast Surg.* 2022 Jun;46(3):1050-2. 10.1007/s00266-021-02685-7  
JIF (2022): 2,4
8. Cotofana S, Lowrey N, Frank K, Alfertshofer MG, Antezana L, Freytag L, **Moellhoff N**. Commentary on: Facial Arterial Variations in Asians: A Study on Computed Tomographic Angiography. *Aesthet Surg J.* 2022 Apr 12;42(5):535-6. 10.1093/asj/sjab405 JIF (2022): 3,1



## **Danksagung**

Mein großer Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Dr. Riccardo Giunta, Klinikdirektor der Abteilung für Hand-Plastische und Ästhetische Chirurgie, sowie Herrn PD Dr. Ehrl, stellvertretender Klinikdirektor der Abteilung für Hand-Plastische und Ästhetische Chirurgie, für die fortwährende Unterstützung und Förderung während meiner Tätigkeit als Arzt und Wissenschaftler.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meinem Fachmentorat für die Begleitung während des Habilitationsprozesses und für den konstruktiven wissenschaftlichen Austausch.

Ein großes Dankeschön gilt auch dem gesamten Pflege- und Ärzteteam der Abteilung für Hand-Plastische und Ästhetische Chirurgie für die immerzu kollegiale und freundschaftliche Zusammenarbeit. Ohne die Unterstützung zahlreicher Kolleg\*innen, u.a. aus der Plastischen Chirurgie, Dermatologie, Anästhesie und Anatomie, national wie international, wäre meine akademische Weiterentwicklung nicht möglich gewesen. Hierfür möchte ich mich bei allen Beteiligten herzlich bedanken.

Vielen Dank an die Doktorand\*innen Benedikt Fuchs, Daniel Hofmann, Maria Lettner und Svenja Pistek, die ich während zahlreicher Forschungsarbeiten mitbetreuen durfte.

Allen Patientinnen und Patienten, die als Studienteilnehmer\*innen maßgeblich zum Erfolg der Untersuchungen führten, möchte ich herzlich danken.

Zu guter Letzt möchte ich ein großes Dankeschön an meine Familie und Freunde aussprechen, auf die ich mich stets verlassen kann und die mir tatkräftig zur Seite stehen.