

Aus der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie
der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. Dr. med. dent. A. Kübler

**Die mikrochirurgische Transplantation des Radialislappens auf orofaziale
Weichgewebsdefekte**

–

**eine Untersuchung zu den funktionellen und
ästhetischen Ergebnissen in der Spender- und Empfängerregion**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg

vorgelegt von
Veselin Milkov
aus Berlin

Würzburg, September 2011

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. T. Reuther

Korreferentin: Prof. Dr. med. dent. A. Stellzig-Eisenhauer

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 08.05.2012

Der Promovend ist Zahnarzt

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	1
<u>1.1 Einführung in die Thematik</u>	<u>1</u>
1.1.1 <i>Varianten der Lappenhebung</i>	<i>3</i>
1.1.2 <i>Möglichkeiten der Versorgung des Entnahmedefekts.....</i>	<i>5</i>
<u>1.2 Operatives Vorgehen und Wundheilung</u>	<u>8</u>
1.2.1 <i>Kopf-Hals-Bereich</i>	<i>8</i>
1.2.2 <i>Unterarm</i>	<i>11</i>
<u>1.3 Ziel der Arbeit.....</u>	<u>14</u>
1.3.1 <i>Empfängerregion des Radialislappens.....</i>	<i>14</i>
1.3.2 <i>Spenderregion des Radialislappens</i>	<i>14</i>
2. MATERIAL UND PATIENTENGUT	16
<u>2.1 Auswertung der Krankenakten</u>	<u>16</u>
<u>2.2 Klinische Untersuchung der Patienten</u>	<u>17</u>
<u>2.3 Befragung der Patienten</u>	<u>21</u>

3. ERGEBNISSE	22
<u>3.1 Ergebnisse der Aktenauswertung</u>	<u>22</u>
<u>3.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung</u>	<u>29</u>
3.2.1 <i>Kopf-Hals-Bereich</i>	31
3.2.2 <i>Unterarm</i>	36
3.2.3 <i>Entnahmeregion der Vollhaut</i>	48
<u>3.3 Subjektive Einschätzung durch die Patienten</u>	<u>49</u>
3.3.1 <i>Kopf-Hals-Bereich</i>	51
3.3.2 <i>Unterarm</i>	54
4. DISKUSSION	55
<u>4.1 Kopf-Hals-Bereich</u>	<u>57</u>
<u>4.2 Unterarm</u>	<u>66</u>
<u>4.3 Entnahmeregion der Vollhaut</u>	<u>84</u>
5. ZUSAMMENFASSUNG	86
6. LITERATUR-, TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS	88

1. Einleitung

1.1 Einführung in die Thematik

Der primär-plastische Verschluss orofazialer Weichgewebsdefekte, wie in der ablativen Tumorchirurgie, erfolgt ab einer gewissen Defektgröße nach Möglichkeit durch mikrochirurgische Transplantation autologen Weichgewebes. Die Wahl der Spenderregion des Transplantats fällt bei bestimmten rekonstruktiven Fragestellungen bevorzugt auf den ventralen Unterarm. Das aus dieser Region entnommene, fasziokutane Transplantat führt die Bezeichnungen radialer Unterarmklappen sowie – nach dem ihm zugehörigen, mittransplantierten Blutgefäß – A.-radialis- oder kurz Radialislappen, und nach dem Ort der Erstbeschreibung des Verfahrens – „Chinese flap“. Die häufige Verwendung dieses Transplantats in der modernen rekonstruktiven Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie liegt insbesondere in folgenden Umständen begründet:

In der orofazialen Region lokalisierte, tumorbedingte Weichgewebsdefekte sind oftmals auf die Haut oder Schleimhaut beschränkt, bzw. von geringer Tiefe. Die Haut des ventralen Unterarms ist bekannt für ihre geringfügige Dicke sowie für die fehlende oder kaum ausgeprägte Behaarung und eignet sich ob dieser ebenso feinen wie optisch ansprechenden Beschaffenheit grundsätzlich gut als Ersatz für die orofaziale Haut und Schleimhaut. Zudem ist die Haut des ventralen Unterarms aufgrund ihrer hohen Plastizität und Geschmeidigkeit hervorragend modellierbar, und kann deshalb für die Deckung auch dreidimensionaler Defekte verwendet werden.

Neben der guten Hautqualität bietet der ventrale Unterarm auch aus mikrochirurgischer Sicht betrachtet ausgezeichnete anatomische Voraussetzungen als Transplantatentnahmeregion: Das nach der A. radialis benannte Transplantat enthält mit dieser Arterie und ihren Begleitvenen einen langen und kaliberstarken Gefäßstiel. Deshalb gestaltet sich der mikrochirurgische Anschluss dieser transplantateigenen Blutgefäße an die Blutgefäße der Empfängerregion tech-

nisch einfach, und bei Gewebetransfer in die orofaziale Region ist ein Anschluss direkt an große Halsgefäße möglich, falls erforderlich (z. B. nach radikaler Neck dissection) auch an die kontralateralen Halsgefäße. Die sichere Blutversorgung des Transplantats ist somit gleich von Beginn seiner Einheilung an gewährleistet.

Zudem besitzt der Radialislappen ein hohes Reinnervationspotential sowie eine auch nach Bestrahlung höhere mechanische Belastbarkeit (z. B. durch Zahnprothese) als etwa das Dünndarmtransplantat. Bei Bedarf können auch kutane Nervenäste und/oder ein Teil des Radiusknochens mit transplantiert werden.

Die Transplantatentnahme im Bereich des ventralen Unterarms ist aufgrund der guten Zugänglichkeit für den Operateur sowie der konstanten Anatomie der Gefäßstrukturen ebenfalls technisch einfach. Die Möglichkeit des Eingriffs im two team approach, d. h. der Einsatz eines Operateurteams zur Entnahme des Transplantats, und gleichzeitig eines zweiten Teams zur Vorbereitung des Transplantatempfängerbetts im Kopf-Hals-Bereich, beschränkt die Operationszeit auf ein Minimum.

Die Entnahme der A. radialis aus dem ventralen Unterarm ist für die Unterarm- und Handdurchblutung in der Regel unbedenklich. Der Grund hierfür liegt in der Gefäßarchitektur des Unterarms, welche durch die vielen arteriellen Querverstreungen auch nach Entnahme der A. radialis ausreichend belastbar bleibt. Die Funktionsfähigkeit dieser kollateralen Durchblutungswege muss präoperativ durch den Allen-Test überprüft werden.^{23, 30, 46, 49, 55, 60, 71, 83}

Diesen hervorragenden Transplantat- bzw. Verfahreenseigenschaften steht als bisweilen zu beobachtender Nachteil die postoperative Morbidität im Transplantatentnahmegebiet gegenüber.

Ein wesentlicher Grund hierfür liegt darin, dass bei der Transplantatentnahme – der sogenannten Lappenhebung – mehrere Sehnen freigelegt werden und somit ein schlecht vaskularisiertes Wundbett als Entnahmedefekt zurückbleibt. Dies führt nicht selten über eine verzögerte Wundheilung zu einem suboptimalen Heilungsergebnis in der Entnahmeregion, mit funktionellen und kosmetischen Defiziten, welche unter den Begriff der Entnahmemorbidität des Radialislappens gefasst werden.

Dazu gehören Verwachsungen der Sehnen (Sehnenadhäsion) mit nachfolgender Beeinträchtigung der Sehnengleitbewegung und Einschränkung der Handgelenksstreckung; Versagen des zur Deckung des Entnahmedefekts verwendeten freien Hauttransplantats, mit nachfolgender postoperativer Sehnenfreilegung; sowie nervale und muskuläre Defizite.

Derartige Beeinträchtigungen werden in einer ästhetisch exponierten und funktionell beanspruchten Körperregion, wie dem ventralen Unterarm, als besonders störend empfunden.^{5, 15, 27, 28, 71, 73}

Zur Senkung dieser Entnahmemorbidität des Radialislappens, sowie um die guten Heilungsergebnisse in der Empfängerregion zu optimieren, wurde das operative Verfahren seit seiner Einführung in die Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie Anfang der 1980er Jahre stets weiter entwickelt und modifiziert. Mittlerweile stehen, wie aus der Fachliteratur ersichtlich ist, sowohl für die Lappenhebung als auch für die Versorgung des Entnahmedefekts mehrere Operationstechniken zur Auswahl.

1.1.1 Varianten der Lappenhebung

Für die Hebung des Radialislappens steht prinzipiell die gesamte von der A. radialis versorgte Hautpartie des Unterarms zur Verfügung.

Das Versorgungsgebiet der A. radialis umfasst neben der ventralen auch die radiodorsale Hautpartie des Unterarms. Diese ist allerdings stärker behaart, und der Entnahmedefekt wäre hier optisch auffälliger. Deshalb wird für die Transplantatentnahme die ventrale Unterarmseite bevorzugt.^{12, 40, 66, 84}

In der Fachliteratur besteht Uneinigkeit über die optimale Dissektionsebene des Radialislappens. In der Regel wird die subfasziale Ebene bevorzugt, d. h. die Unterarmfaszie wird zusammen mit der Haut von der Unterlage abpräpariert. Das derart gehobene Transplantat setzt sich aus Kutis, Subkutis und Faszie zusammen und wird als fasziokutaner Lappen bezeichnet.

Einige Autoren weisen auf die Möglichkeit der Transplantatentnahme in der suprafaszialen Ebene hin. Die Unterarmfaszie ist nicht essentiell für die Lap-

pendurchblutung, da die A. radialis oberhalb der Faszie verläuft. Alle kutanen Äste der A. radialis verlaufen ebenfalls oberhalb der Faszie, innerhalb eines Septums, das der Faszie entspringt. In diesem Falle ist der radiale Unterarm-lappen präziser als septokutaner Lappen zu bezeichnen, der in der suprafaszi-
alen Ebene gehoben wird.

Der Vorteil der suprafaszialen Dissektion besteht in der Belassung der Faszie, wodurch ein gut vaskularisiertes Wundbett zurückbleibt. Außerdem lässt sich so der N. radialis besser schonen. Die Gleitbewegung der subfaszial verlaufenden Sehnen und Muskelbäuche ist postoperativ nicht beeinträchtigt, da diese Struk-turen intraoperativ nicht freigelegt werden und somit, im Gegensatz zur subfas-zialen Dissektion, kein Risiko einer Verwachsung mit der darüber liegenden Haut besteht. ^{3, 12, 16-18, 66, 72, 81}

Variabel ist auch die Höhe der Entnahmeregion. Distal gehobene Lappen sind, insbesondere bei weiblichen Patienten, dünner als proximal gehobene. Die dis-tale Präparation ist besonders dann indiziert, wenn ein langer Gefäßstiel erfor-
derlich ist. Die subfasziale Präparation am distalen Unterarm führt allerdings, wie bereits dargestellt, zur Freilegung der hier verlaufenden Sehnen bzw. ihrer zarten Bindegewebshülle – des Peritendineums –, welche dabei leicht verletzt werden kann.

Am proximalen Unterarm hingegen ist die Faszie dicker, und die subfaszial ver-laufenden Muskelbäuche bilden ein wesentlich günstigeres Wundbett. Bei ei-nem proximal gehobenen Lappen wird der Gefäßstiel nach distal präpariert und die spätere Anastomose liegt somit distal der Hautpartie, der arterielle Fluss ist dann retrograd.

Ein Kompromiss zwischen den Vorzügen der proximalen Entnahmestelle und der Qualität der distalen Hautpartie besteht in der Hebung eines Lappens zwi-schen diesen beiden Bereichen, in mittlerer Unterarmhöhe. Hierbei können ein proximaler und ein distaler Gefäßstiel entnommen und in der Empfängerregion anastomosiert werden, so dass ein ununterbrochener arterieller Fluss durch den Lappen erreicht wird. ^{12, 66, 79}

Eine weitere Option der Transplantatentnahme ist die Einbeziehung eines oder mehrerer kutaner Nervenäste in den Lappen. Diese werden dann an vorher ausgesuchte und dargestellte Nerven im Empfängergebiet (z. B. an den N. lingualis) mittels mikrochirurgischer Nervennaht angeschlossen.

Ein solches Transplantat wird als neurofasziokutaner bzw. innervierter Radialislappen bezeichnet. Für diese Art der Transplantation stehen prinzipiell drei sensible Nerven zur Verfügung: die Nn. cutanei antebrachii lateralis et medialis, welche die radiale bzw. ulnare Hautpartie des Unterarms versorgen, und der R. superficialis des N. radialis, welcher den Handrücken innerviert.

Über die Frage, ob eine solche Nervenrekonstruktion erforderlich ist, oder ob auch ohne diese bzw. allein aufgrund des hohen Reinnervationspotentials des Radialislappens eine Resensibilisierung des Transplantats in hinreichendem Maße erfolgen kann, wird in der einschlägigen Fachliteratur kontrovers diskutiert.^{6, 75, 78}

An der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg erfolgt die Entnahme des Radialislappens fasziokutan, d. h. nach der subfaszialen Präparationstechnik, und distal, um einen möglichst langen Gefäßstiel zu erhalten.

Je nach Ausfall des Allen-Tests wird nach Möglichkeit am nicht dominanten Arm operiert. Von der Transplantation eines neurofasziokutanen Radialislappens wird in der Regel abgesehen.

1.1.2 Möglichkeiten der Versorgung des Entnahmedefekts

Bei Hebung eines Radialislappens entstehen sowohl ein Haut- als auch ein arterieller Defekt.

Zwischen den Unterarmarterien bestehen zahlreiche Verbindungen mit ausreichenden Kollateralkreisläufen. Diese sorgen für eine suffiziente Durchblutung des Unterarms auch nach Entnahme der A. radialis.

Die Blutversorgung der Hand erfolgt postoperativ ausschließlich über die A. ulnaris durch den Arcus palmaris profundus. Die Suffizienz dieses Durchblu-

tungswegs wird präoperativ mit dem Allen-Test überprüft. Zusätzlich kann im Zweifelsfall ein Angiogramm angefertigt werden.

Vor diesem Hintergrund wird die Rekonstruktion der A. radialis im Allgemeinen als nicht notwendig erachtet. Es bleibt die Frage nach der optimalen Versorgung des Hautdefekts.^{5, 48}

Ein offener Hautdefekt birgt ein erhöhtes Risiko einer Wundinfektion. Der Wundverschluss kommt bei offenen Wunden nur sehr langsam, durch narbige Schrumpfung einerseits und durch Epithelialisierung von den Rändern her andererseits zu Stande. Dabei führt die narbige Schrumpfung in der Regel zu ästhetischen und funktionellen Störungen.

Deshalb wird der Entnahmedefekt des Radialislappens nach Möglichkeit verschlossen. Der direkte Wundverschluss durch einfache Hautverschiebung und primäre Wundnaht führt zweifellos zu den besten Ergebnissen, ist allerdings, je nach dem regional und individuell unterschiedlichen Ausmaß des subkutanen Fettgewebes, ab einer gewissen Defektgröße nicht mehr möglich. Diese wird bei Entnahme des Radialislappens in der Regel überschritten.^{26, 49, 59, 65}

Die von MASSER (1989) sowie von BERGÉ et al. (2001) angegebene Technik der präoperativen Hautexpansion im Bereich des Unterarms ermöglicht zwar einen primären Verschluss des Entnahmedefekts, jedoch erst nach einer langen Expansionsdauer, was bei der unmittelbaren Rekonstruktion orofazialer Defekte nur begrenzt realisierbar ist.

Die von HALLOCK (1988) beschriebene postoperative Hautexpansion ist eine aufwändige Methode mit Verwendung eines freien Hauttransplantats, welches anschließend wieder entfernt wird. SAMIS et al. (1999) konnten nach der Lappenhebung die Wundränder durch intraoperative Hautdehnung soweit mobilisieren, dass ein primärer Verschluss möglich wurde.

Lokale Lappenplastiken ermöglichen grundsätzlich den Verschluss größerer Defekte. Die von ELLIOT et al. (1988) beschriebene Verwendung eines an der A. ulnaris gestielten Transpositionslappens aus dem medialen Unterarm hat oft eine wochenlange Handimmobilisation in Flexionsstellung zur Folge, die dann anschließend meist physiotherapeutisch beübt werden muss. Außerdem be-

steht ein erhöhtes Risiko persistierender Unterarmödeme und des irreversiblen Sensibilitätsverlusts von Hautarealen.

JURETIC et al. (1992) verwendeten einen Insellappen aus dem ulnaren Unterarmbereich, und berichteten über exzellente Heilungsergebnisse.

Die Standardmethode zur Deckung des Entnahmedefekts des Radialislappens ist die freie Hauttransplantation. Freie Hauttransplantate verfügen über keine eigene Gefäßversorgung und sind somit komplett abhängig von einer Revaskularisation aus dem Wundbett, in welches sie positioniert wurden. Bis zum Wiedererlangen ihrer Durchblutung werden sie aus dem Wundbett per diffusionem ernährt.

Man unterscheidet zwischen Spalthaut- und Vollhauttransplantaten. Spalthauttransplantate werden, da sie nur einen Teil der Dermis enthalten und somit dünner sind als Vollhauttransplantate, schneller als diese revaskularisiert und haben daher die besseren Einheilungschancen.

Was das ästhetische und funktionelle Ergebnis der Transplantation betrifft, so ist die dünne Beschaffenheit der Spalthaut von Nachteil, da sie die bis zu 30%-ige Schrumpfung des Transplantats mit Verziehungen der Nachbargebiete bewirkt. Außerdem erfährt die Spalthaut postoperativ durch Pigmentverschiebung eine Farbveränderung. An der Entnahmestelle des Spalthauttransplantats kann es zu einem schmerzhaften Heilungsverlauf kommen, Juckbeschwerden sind möglich oder die Narbe ist kosmetisch nicht zufrieden stellend.^{27, 43, 50, 59}

Im Vergleich zur Spalthaut weisen Vollhauttransplantate aufgrund ihrer Dicke eine geringere Schrumpfungstendenz und eine bessere Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Einwirkungen auf. Auch behalten sie häufiger ihre ursprüngliche Hautfarbe und zeigen eine bessere Reinnervation als Spalthauttransplantate.^{24, 32, 50, 59, 73}

Aufgrund dieser positiven Eigenschaften der Vollhauttransplantate wird an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg der Entnahmedefekt des Radialislappens standardmäßig mit Vollhaut verschlossen. In der Regel erfolgt diese Defektdeckung im Rahmen eines Zweit Eingriffs 1 – 2 Wochen nach der Lappenhebung. Zu diesem Zeitpunkt hat im

Bereich des Entnahmedefekts idealerweise eine gleichmäßige Granulation stattgefunden, die das Niveau der Haut bereits erreicht hat, und die Gruppe der Beugesehnen ist gleichmäßig mit Granulationsgewebe bedeckt.

Als Spenderregion für das Vollhauttransplantat wird die Leistengegend bevorzugt. Hier ist die Haut, besonders bei älteren Patienten, vergleichsweise leicht zu mobilisieren. Dies ermöglicht in der Regel einen primären Wundverschluss des aus der Vollhautentnahme resultierenden Defekts. Dessen Heilung verläuft dann mit wenig Schmerzen und geringer Narbenbildung und ist innerhalb von 10 Tagen abgeschlossen.^{26, 64}

1.2 Operatives Vorgehen und Wundheilung

1.2.1 Kopf-Hals-Bereich

Die Lage der Entnahmeregion des Radialislappens ermöglicht eine Transplantathebung simultan zum Eingriff im Kopf-Hals-Bereich.

Das chirurgische Vorgehen im Bereich des ventralen Unterarms wird durch die Anlage einer Blutsperre am Oberarm erleichtert.

Die benötigte Lappengröße wird im distalen Bereich des ventralen Unterarms eingezeichnet. Es folgt eine umschneidende Hautinzision, wobei die oberflächlichen Venen ligiert werden. Die anschließende fasziokutane Präparation beginnt der Einfachheit halber im ulnaren Randbereich, da hier die Faszie am dicksten ist. Die Faszie wird im Bereich des M. flexor digitorum superficialis durchtrennt und im weiteren Verlauf von ulnar nach radial zusammen mit der Hautpartie abpräpariert. Dadurch kommt es zur Freilegung der Muskelbäuche im proximalen und der Sehnen im distalen Bereich.

Die Präparation über den Sehnen erfordert größte Sorgfalt, um das peritendinöse Gewebe nicht zu verletzen. Die intermuskulären Septen, die von der Faszie in die Tiefe entsendet werden, werden durchtrennt. Die Sehne des M. palmaris longus, welche innerhalb einer Verdickung der Faszie verläuft, wird falls notwendig freigelegt, wobei auf die Schonung des Epitendineums zu achten ist.

Im weiteren Verlauf der Präparation von ulnar nach radial wird unmittelbar lateral der Sehne des M. flexor carpi radialis die A. radialis dargestellt. Diese verläuft zusammen mit zwei Venae comitantes innerhalb des lateralen intermuskulären Septums, welches die Flexoren- von der Extensorenloge abgrenzt. Das Septum erstreckt sich in die Tiefe bis zum Radius, an welchem es befestigt ist. Für die Elevation der A. radialis und der begleitenden Venen ist die Durchtrennung des Septums erforderlich.

Die weitere Präparation des Lappens erfolgt von radial, wo die Hautinzision, analog dem Vorgehen auf der ulnaren Seite, bis in die subfasziale Ebene vertieft wird. Anschließend wird die Faszie von dem M. abductor pollicis longus und von der Sehne des M. brachioradialis disseziert, wobei darauf geachtet wird, dass der zwischen den beiden Muskeln verlaufende Ramus superficialis des N. radialis geschont wird.

Nun bleibt der fasziokutane Lappen, von den darunter liegenden Muskelbäuchen und Sehnen komplett gelöst, lediglich noch an seinem Gefäßstiel befestigt. Dieser wird im weiteren Verlauf nach proximal verfolgt, um eine ausreichende Länge zu gewinnen. Hierfür wird eine S-förmige Hautinzision von distal der Ellenbeuge bis zum proximalen Lappenrand durchgeführt. Die Muskelbäuche der Mm. brachioradialis et carpi radialis werden dargestellt und auseinander präpariert, indem die intermuskuläre Faszie durchtrennt wird.

Im proximalen Bereich wird die V. cephalica in die Präparation mit einbezogen. Die A. radialis wird in ihrem Abgang an der A. brachialis dargestellt.

Nach temporärer Ligatur der A. radialis und der Begleitvenen und nach Entfernung der Blutsperre erfolgt die Kontrolle der Unterarm- bzw. Handdurchblutung. Falls diese suffizient ist, wird der Unterarm lappen zunächst distal und, sobald das Operationsgebiet im Kopf-Hals-Bereich für die Transplantataufnahme bereit ist, auch proximal abgesetzt.

Die S-förmige Hautinzision wird durch mehrschichtige Naht verschlossen und der Entnahmedefekt mit einer Dacron-verstärkten Silikonfolie und einem Wundverband abgedeckt.

Das derart gehobene Transplantat wird in die Empfängerregion positioniert und eingenäht, die A. radialis sowie die Begleitvenen werden an bereits ausgesuch-

te und dargestellte Blutgefäße der Halsregion unter Anwendung mikrochirurgischer Operationstechniken angeschlossen (anastomosiert). Der Lappen kann bereits vor der Anastomosierung eingenäht werden, damit das Einnähen nicht durch Blutung oder Lappenödem erschwert wird.^{23, 46, 49, 66, 83}

Aufgrund dieser, bereits intraoperativ hergestellten Eigendurchblutung heilt das Transplantat grundsätzlich gut ein.

Langfristig wird, in Abhängigkeit von der Dicke der Lappenepidermis sowie von der Anzahl inflammatorischer Zellen in der Dermis, gelegentlich eine Transformation des Lappenepithels in ein, dem bukkalen Mukosaepithel ähnliches, nicht keratinisiertes Epithel beobachtet.^{4, 59, 63}

Die Resensibilisierung des nicht innervierten Radialislappens erfolgt durch Einsprossen von Nervenfasern aus dem Empfängerbett in das Transplantat. Der Erfolg der Resensibilisierung ist daher von der Anzahl der Nervenfasern im Empfängerbett abhängig. So ist bei einer geringen Anzahl vorhandener Nervenfasern, wie etwa nach ausgedehnten Resektionen im Bereich des Mundbodens oder der Zunge, nicht mit einer Resensibilisierung der gesamten Transplantatfläche zu rechnen.

Die Resensibilisierung beginnt in der Transplantatperipherie und schreitet nach zentral fort. Ein weiterer Einflussfaktor ist somit die Lappenbreite bzw. die Länge der Resensibilisierungsstrecke, welche die Nervenfasern im Laufe ihres Wachstums von der Peripherie bis zum Zentrum des Lappens zurücklegen müssen.

Die Resensibilisierung der gesamten Transplantatfläche (sog. totale Resensibilisierung) dauert mindestens 1 Jahr, wird jedoch nicht immer erreicht.

In der Regel kehren die Rezeptoren für die verschiedenen Reizwahrnehmungen in bestimmter Reihenfolge zurück: zuerst Wärmeempfindung, dann Kälteempfindung und anschließend Schmerzempfindung.^{36, 61}

Im unmittelbaren postoperativen Heilungsverlauf nach der Transplantation des Radialislappens besteht die Gefahr einer Gefäßokklusion der zu- oder abfüh-

renden Transplantatgefäße. Eine solche Komplikation führt unbehandelt innerhalb weniger Stunden zum Lappenverlust. Bei rechtzeitigem Eingriff kann die Nekrose auf einen Teil des Transplantats beschränkt oder ganz verhindert werden. Deshalb ist in der postoperativen Phase eine regelmäßige Kontrolle der Lappendurchblutung erforderlich. Anhand von Farbe, Kapillarisierung und Wärme des Transplantats kann eine Gefäßokklusion frühzeitig erkannt werden. Weitere mögliche Komplikationen sind eine Dehiscenz der Wundränder und die Wundinfektion. Eine Reihe von Faktoren wie Tabakkonsum oder eine Erkrankung an Diabetes mellitus kann prinzipiell einen negativen Einfluss auf die Wundheilung ausüben (vgl. 1.2.2).

Die Nervenregeneration kann durch eine therapeutische Bestrahlung oder fortgeschrittenes Alter negativ beeinträchtigt werden.^{59, 61, 75, 79}

1.2.2 Unterarm

Die Deckung des Entnahmedefekts des Radialislappens erfolgt in der Regel in Lokalanästhesie.

In den Abmessungen des zu deckenden Defekts wird eine Vliesschablone angefertigt, welche anschließend in der Leistenregion zur Einzeichnung des benötigten Hautareals verwendet wird. Die Einzeichnung wird medial und lateral des benötigten Hautareals in Dreiecksform extendiert.

Die Vollhautentnahme erfolgt mit dem Skalpell, wobei versucht wird, streng in der oberen Subkutis zu präparieren. Nach Lappenhebung wird die Transplantatunterseite auf Fettgewebsreste überprüft und diese mit scharfer Schere entfernt, da sonst das Fettgewebe während der postoperativen Einheilungsphase das Einsprossen der Gefäße aus dem Transplantatempfängerbett in das Transplantat erschweren würde.

Nach Lappenhebung werden die zuvor eingezeichneten Entlastungsdreiecke (Burow-Dreiecke) zur besseren Mobilisierung der Wundränder ebenfalls exziiert. Der Wundverschluss durch mehrschichtige Naht und die Anlage eines sterilen Pflasterverbands beenden das Vorgehen in der Entnahmeregion der Vollhaut.

Das Transplantat wird im Allgemeinen unverzüglich in den Defekt eingenäht. Bei entsprechender Kühlung können Transplantate bis zu 24 Stunden nach Entnahme verwendet werden. Allerdings können eine zu lange oder fehlerhafte Aufbewahrung, sowie eine gestörte Ernährung des Transplantats durch mangelhaften Kontakt zum Lagergewebe, eine Pigmentverschiebung im Transplantat hervorrufen.

Im Bereich des Unterarms werden die Wundränder scharf umschnitten und der Wundgrund mit dem scharfen Löffel angefrischt. Die Vollhaut wird mit Seidenfäden in den Defekt eingenäht und sollte sich gleichmäßig und flächig einpassen. Zur Hämatomprophylaxe werden in das Transplantat 2-3 Entlastungsschnitte eingebracht.

Auf das Operationsgebiet wird eine nicht haftende, feuchte Wundauflage gebracht. Anschließend werden die lang gelassenen Fäden über einer Schaumstoffeinlage und einer Bleifolie geknüpft. Dieser Überknüpfverband ist von entscheidender Bedeutung für die Transplantateinheilung (s. u.).^{32, 50, 59}

Die Einheilung freier Hauttransplantate weicht von den allgemeinen Wundheilungsphasen ab.

Während der als Ischämiephase bezeichneten ersten 24 Stunden nach Transplantation sorgt der bei der Blutstillung entstandene Fibrinfilmm für die Haftung des Transplantats auf der Unterlage. Gleichzeitig wird das Wundexsudat aus dem Empfängerbett vom Transplantat aufgenommen, was zur Anschwellung und bis zu 40%-iger Gewichtszunahme führt. Dies verhindert die Austrocknung des Transplantats und sichert dessen Versorgung mit Baustoffen sowie das Intaktbleiben der transplantateigenen Gefäße bis zum Beginn der Revaskularisation.

Der Fibrinfilmm wird allmählich durch Granulationsgewebe ersetzt, das Transplantat und Wundbett fest miteinander verbindet. Diese Verbindung ermöglicht die Einsprossung feinsten Kapillaren in das Hauttransplantat, womit die Revaskularisation beginnt. Im weiteren Verlauf entstehen Anastomosen zwischen den Gefäßen der Empfängerregion und den transplantateigenen Gefäßen. Dieser

Inoskulation genannte Prozess ist erstmals 48 – 72 Stunden nach Transplantation zu beobachten.

Es folgt die Gefäßproliferation, sowohl im Transplantat als auch im Wundbett. Vier bis sieben Tage nach der Operation ist die Revaskularisation abgeschlossen. Parallel zur Blutversorgung wird die Lymphzirkulation restauriert.

Ab dem 4. – 8. postoperativen Tag beginnt die Epithelproliferation, welche einige Wochen andauert.

Die Reinnervation und Resensibilisierung des Transplantats beginnen frühestens 2 – 4 Wochen nach Transplantation und sind nach vielen Monaten beendet.³²

Im postoperativen Verlauf kann es zu folgenden Komplikationen kommen:

Das Überleben des Transplantats wird teilweise verhindert, wenn die Ischämiephase länger anhält. Daher werden nach dem Einnähen des Transplantats gezielt Inzisionen zur Entlastung vorgenommen (s. o.).

Hämatome, Serome, Infektion oder mechanische Scherkräfte können das Transplantat von seinem Wundbett abtrennen und somit die neuen zarten Befestigungsmechanismen unterbrechen bzw. die Diffusionsstrecke vergrößern. Davon sind vor allem Vollhauttransplantate betroffen, da sie aufgrund ihrer Dicke eine längere Diffusionszeit zur Revitalisierung benötigen.

Auch nach der Ischämiephase kann die Blutversorgung des Transplantats durch Tabakkonsum, Mangel an Spurenelementen, Proteinen oder Vitaminen, Medikamente (Antikoagulantien, Immunsuppressiva, Kortikosteroide, nichtsteroidale Antiphlogistika oder Chemotherapeutika) oder bei Diabetes mellitus so beeinträchtigt werden, dass ein Überleben des Transplantats fraglich wird.

Hämatome, Serome, Nekrosen, übermäßige Spannung des Transplantats, exzessive Scherkräfte oder eine Infektion können in dieser Phase die Durchblutung ebenfalls beeinträchtigen.

Einige dieser Risiken lassen sich durch die oben erwähnte Verbandanlage minimieren. Der Überknüpfverband gewährleistet eine sichere Fixierung des Transplantats in enger Verbindung zum Empfängerbett. Durch den gleichmäßigen Adaptationsdruck auf das Transplantat werden Druckstellen verhindert, welche die Transplantaternährung gefährden würden.^{32, 50, 59}

1.3 Ziel der Arbeit

1.3.1 Empfängerregion des Radialislappens

Die gute Einheilungstendenz mikrochirurgisch transplantierten Gewebes und die Mittel der modernen Wundbehandlung sorgen bei einem komplikationslosen Verlauf der postoperativen Phase für eine schnelle und regelrechte Einheilung des Radialislappens. Der Erfolg der Transplantation im Sinne des gelungenen Defektverschlusses ist entsprechend hoch und in der Fachliteratur hinreichend dokumentiert.

Das Forschungsinteresse gilt deshalb eher den mittel- und langfristigen Ergebnissen des Eingriffs. Ziel der rekonstruktiv-chirurgischen Therapie ist letztlich eine Rehabilitation der orofazialen Gewebe in funktioneller und auch in ästhetischer Hinsicht, zumal die dauerhafte Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik gerade in der orofazialen Region die postoperative Lebensqualität der Patienten entscheidend mitbeeinflusst.

Die Beurteilung des Verfahrens unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten wird häufig vorgenommen. Die in einschlägigen Publikationen mitgeteilten Ergebnisse beruhen allerdings auf unterschiedlichen Studiendesigns mit jeweils anderer Schwerpunktsetzung. Auch für das Operationsverfahren existiert, wie bereits dargestellt, kein einheitliches Standardprozedere. Daher ist es wichtig, die postoperative Situation in der Empfängerregion des Radialislappens aus funktioneller und ästhetischer Sicht immer wieder neu zu untersuchen und die Ergebnisse mit denen ähnlicher Studien zu vergleichen.

1.3.2 Spenderregion des Radialislappens

Der Entnahmemorbidität des Radialislappens sind ebenfalls zahlreiche Publikationen gewidmet. Diskutiert wird in ihnen meist über die optimale Versorgung des Entnahmedefekts, da die Technik der Defektversorgung von Klinik zu Klinik variiert. An der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichts-

chirurgie der Universität Würzburg erfolgt die Defektdeckung mit einem freien Vollhauttransplantat aus der Leistengegend. An anderen Kliniken wird stattdessen beispielsweise Spalthaut verwendet.

Der Vergleich dieser Techniken erfolgt unter verschiedenen Aspekten: Sowohl die postoperativen Heilungsergebnisse in der Spender- und Empfängerregion des freien Hauttransplantats, als auch das Ausmaß der Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik im Bereich des ventralen Unterarms sind von Interesse, und wurden daher in der vorliegenden Studie mit untersucht.

2. Material und Patientengut

2.1 Auswertung der Krankenakten

Im Rahmen unserer Studie erfolgte im Zeitraum November 2007 – September 2009 an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg zunächst eine Auswertung der Krankenakten von 50 Patienten, welche im Zeitraum 2000 – 2009 dem primär-plastischen Verschluss von Kopf-Hals-Defekten mit dem mikrochirurgisch transplantierten Radialislappen unterzogen worden waren.

Anhand der Krankenakten wurden Geschlecht und Alter der Patienten ermittelt. Allgemeinanamnestisch wurden Ellenbogen- und Handgelenksverletzungen sowie Arthritiden erfasst, um (bei Auswertung der geplanten Gelenktests) mögliche funktionelle Defizite besser einordnen zu können. Außerdem wurden Krankheiten und Risikofaktoren mit möglichen negativen Auswirkungen auf die Wundheilung (in der Spender- bzw. Empfängerregion des Radialislappens) erfasst, wie z. B. Diabetes mellitus, Nikotin- und Alkoholabusus oder eine Infektion mit multiresistenten Staphylococcus-aureus-Stämmen (MRSA).

Speziellanamnestisch wurden die Ursache des Kopf-Hals-Defekts und bei Tumorpatienten zusätzlich die Tumorphistologie, die TNM-Klassifikation sowie ggf. eine prä- oder postoperative Radio- und/oder Chemotherapie dokumentiert.

Den Operationsberichten wurden Datum und Art der Operation entnommen. Um die Ergebnisse der in der orofazialen Region geplanten Sensibilitätstests besser auswerten zu können, wurden Angaben zur Resektion von Nerven, wie z. B. des N. lingualis, erfasst.

Der postoperative Heilungsverlauf mit eventuellen Komplikationen und Zweiteingriffen fand ebenso Beachtung wie die Art der endgültigen Versorgung des Entnahmedefekts des Radialislappens (mit Vollhaut / Spalthaut, durch primäre Wundnaht oder offen verheilt).

2.2 Klinische Untersuchung der Patienten

Von den 50 Patienten, deren Krankenakten eingesehen worden waren, wurden 30 willkürlich ausgewählte Patienten, welche sich im Rahmen der Tumornachsorge an der Klinik bzw. Poliklinik befanden, zu den funktionellen und ästhetischen Ergebnissen der Operation nachuntersucht und befragt.

Hierbei fanden sowohl die Spender- als auch die Empfängerregion des Radialislappens Berücksichtigung. Der Zeitraum zwischen Operation und Nachuntersuchung wurde vermerkt.

Die Untersuchung des Empfängerareals begann mit extraoraler Inspektion und ggf. Dokumentation von Gesichtsasymmetrien, Schwellungen oder Narben. Es erfolgte die Überprüfung der Fazialisfunktion, sowie der Sensibilität der Gesichtshaut im Bereich der Nn. maxillaris et mandibularis.

Dem schloss sich die Ausmessung der Schneidekantendistanz der Frontzähne, bzw. bei fehlender Bezahnung die Ausmessung der Lippendistanz, bei maximaler Mundöffnung an.

Intraoral erfolgte die Untersuchung der Zunge auf Beeinträchtigung von Sensibilität und Motorik im Seitenvergleich. Das Transplantat wurde ausgemessen, auf Schwellung und intraorale Haare inspiziert, und die Farbe wurde mit der Umgebung verglichen. Die Transplantatränder wurden auf Dehiszenz oder Ulkus überprüft.

Das Transplantat wurde auf seine Resensibilisierung hin untersucht, indem Schmerz-, Berührungs- und Temperaturempfindung sowie 2-Punkt-Diskrimination getestet wurden. Gesunde, nicht operierte Schleimhautareale auf der Wange und/oder Zunge dienten zur Kontrolle.

Die Überprüfung der Kälte- und Wärmewahrnehmung erfolgte mit einem Wattestäbchen, das mit Kältespray besprüht bzw. in heißes Wasser getaucht wurde. Die Schmerzwahrnehmung wurde mit einer zahnärztlichen Sonde, die Berührungsempfindung mit dem Sondengriff, und die 2-Punkt-Diskrimination mit einer zahnärztlichen Pinzette getestet.

In der Entnahmeregion des Radialislappens wurden zunächst die Narbenlänge der durch primäre Wundnaht verschlossenen Hautinzision sowie die Fläche des Entnahmedefekts ausgemessen.

Anschließend wurde die Narbe im Bereich des ventralen Unterarms nach dem Modifizierten Vancouver-Scar-Scale beurteilt: Gemäß der in Tab. 1 aufgeführten Skala wurden Pigmentation, Nachgiebigkeit, Höhe, Breite und Vaskularität der Narbe quantitativ beurteilt; die Summe der fünf Einzelwerte ergab den Scar-Wert; je kleiner dieser war, desto mehr glich das Narbengewebe gesunder Haut, d. h. desto günstiger war die Narbenbildung verlaufen.^{25, 51, 53, 68}

Tab. 1 Modifizierter Vancouver Scar Scale

Pigmentation		Nachgiebigkeit		Narbenhöhe		Narbenbreite		Vaskularität	
Normal	0	Normal	0	0mm	0	0mm	0	Normal	0
Hypopigmentiert	1	Minimale Resistenz	1	<1mm	1	<1mm	1	Leichtrot	1
Gemischt	2	Moderates Nachgeben	2	1-2mm	2	1-2mm	2	Rot	2
Hyperpigmentiert	3	Fest	3	>2mm	3	2-3mm	3	Violett	3
		Strang	4			>3mm	4		
		Umgebung deformierend	5						

Es folgte die Sensibilitätskontrolle des Unterarms und der Hand in den Versorgungsgebieten der Nn. radialis, ulnaris et medianus. Bei Feststellung einer

Sensibilitätsstörung wurden deren Art (Anästhesie, Hypästhesie, Dysästhesie, Hyperästhesie, Parästhesie) und die Größe des Defizitareals dokumentiert.

Anschließend wurde der Entnahmearm mit dem Kontrollarm hinsichtlich des anatomischen Umfangs, des Bewegungsvermögens im Ellenbogen- und Handgelenk sowie der Muskelkraft verglichen.

Zunächst wurde untersucht, ob der Entnahmearm, bedingt durch die Operation, in der Entnahmeregion des Radialislappens, d. h. im Bereich des Unterarms, an Umfang verloren hatte. Um dies herauszufinden, wurde der Umfang des Entnahmearms mit demjenigen des Kontrollarms verglichen. Der Umfang jedes der beiden Arme wurde an jeweils zwei Stellen gemessen:

- Im Bereich des distalen Unterarms 1 Querfinger proximal des Caput ulnae;
- Im Bereich des proximalen Unterarms 3 Querfinger distal des Olecranon;

Beim Vergleich zwischen Entnahme- und Kontrollarm wurden Wertdifferenzen von mehr als 1 cm berücksichtigt. Im Falle einer relevanten Umfangsdifferenz wurde eruiert, ob diese auf den Bereich des Unterarms beschränkt war, oder ob sie auch im Bereich des Oberarms vorlag. Um dies herauszufinden, wurde der Umfang des Entnahme- bzw. des Kontrollarms an jeweils zwei Stellen im Bereich des Oberarms gemessen:

- Im Bereich des distalen Oberarms: 3 Querfinger proximal des Olecranon;
- Im Bereich des proximalen Oberarms: am Ansatz des M. deltoideus.

Anschließend wurden die im Bereich des Oberarms gemessenen Werte von Entnahme- und Kontrollarm verglichen.

Wenn die Umfangsdifferenz lediglich im Bereich des Unterarms, also nur in der Entnahmeregion des Radialislappens, vorlag, so war sie mit gewisser Wahrscheinlichkeit der Operation geschuldet.

Falls die Umfangsdifferenz hingegen im Bereich des gesamten Entnahmearms vorlag, so war diese Umfangsdifferenz mit gewisser Wahrscheinlichkeit auf die unterschiedlich hohe Muskelmasse von dominantem und nicht-dominantem Arm zurückzuführen.

Das Bewegungsvermögen im Ellenbogen- und Handgelenk wurde nach der Neutral-Null-Methode⁴⁷ getestet. Gemessen wurden:

- Flexion und Extension des Ellenbogengelenks,
- Pronation und Supination des Unterarms,
- Flexion und Extension des Handgelenks,
- Adduktion und Abduktion des Handgelenks,
- Faustschluss, ggf. mit Messung des Abstandes zwischen Fingerkuppen und Handinnenfläche (= Fingerkuppen-Hohl-Abstand), sowie
- Daumenopposition.

Die Beurteilung der Muskelkraft erfolgte nach der folgenden Skala des British Medical Research Council (BMRC):¹⁹

- 0 – fehlende Muskelkontraktion
- 1 – eben sicht- oder fühlbare Muskelkontraktionen ohne Bewegung
- 2 – aktive Bewegung nach Ausgleich der Schwerkraft durch Unterstützung
- 3 – aktive Bewegung oder Haltung eben gegen die Schwerkraft ohne Unterstützung
- 4 – aktive Bewegung oder Haltung gegen Schwerkraft und leichten Widerstand
- 5 – aktive Bewegung oder Haltung gegen kräftigen Widerstand
- 6 – regelrechte Muskelkraft

Getestet wurden der M. trapezius, der M. biceps brachii, der M. brachioradialis sowie die Mm. extensor pollicis longus et brevis und der M. abductor pollicis longus. Zur Kontrolle wurde auch die Kraft der Muskeln des nicht operierten Arms getestet.

Die Greifkraft der Hand wurde durch das Zusammendrücken einer Blutdruckmanschette mit 30 mmHg Vorspannung gemessen. Beurteilt wurden beide Hände im Vergleich.

Abschließend wurde, soweit eine Vollhauttransplantation auf den Entnahmedefekt des Radialislappens vorlag, die Narbe in der Entnahmeregion der Vollhaut vermessen und nach dem Modifizierten Vancouver Scar Scale (vgl. S. 18) beurteilt.

2.3 Befragung der Patienten

Im letzten Teil der Sitzung wurde der Patient nach seiner Beurteilung des funktionellen und ästhetischen Operationsergebnisses befragt.

Durch Auswahl einer der vier Möglichkeiten „überhaupt nicht“, „wenig“, „mäßig“, und „sehr“ erfolgte die qualitative Einschätzung der erfragten Parameter.

Im Kopf-Hals-Bereich waren dies in erster Linie die Häufigkeit und Intensität von Schmerzen im Bereich des Radialislappens sowie die Beeinträchtigung der Ästhetik.

Zusätzlich wurde nach Problemen mit der Mundöffnung, dem Mundschluss, dem Geschmackssinn, der Kau- und Schluckfähigkeit und der Sprachverständlichkeit gefragt. Letztere wurde auch durch den Untersuchenden beurteilt.

In der Entnahmeregion des Radialislappens und ggf. der Vollhaut wurden Schmerzen und subjektive Gefühlsstörungen eruiert. Auch wurde der Patient nach seiner Beurteilung der postoperativen Funktion und des ästhetischen Operationsergebnisses gefragt, sowie danach, ob er Rechts- oder Linkshänder ist und ob diesbezüglich nach der Transplantatentnahme eine Veränderung aufgetreten ist.

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Aktenauswertung

Die Erhebung der Patientendaten anhand der Krankenakten brachte folgende Ergebnisse:

Fünfunddreißig (70 %) der 50 Patienten waren Männer, und die restlichen 15 (30 %) waren Frauen.

Das Durchschnittsalter der Patienten zum Zeitpunkt der Operation betrug 56 Jahre, bei einer Altersspanne von 27 bis 83 Jahren; 70 % Prozent der Männer waren im Alter von 41-60 Jahren, während 80 % bzw. 47 % der Frauen älter als 50 bzw. 70 Jahre waren (Abb. 1).

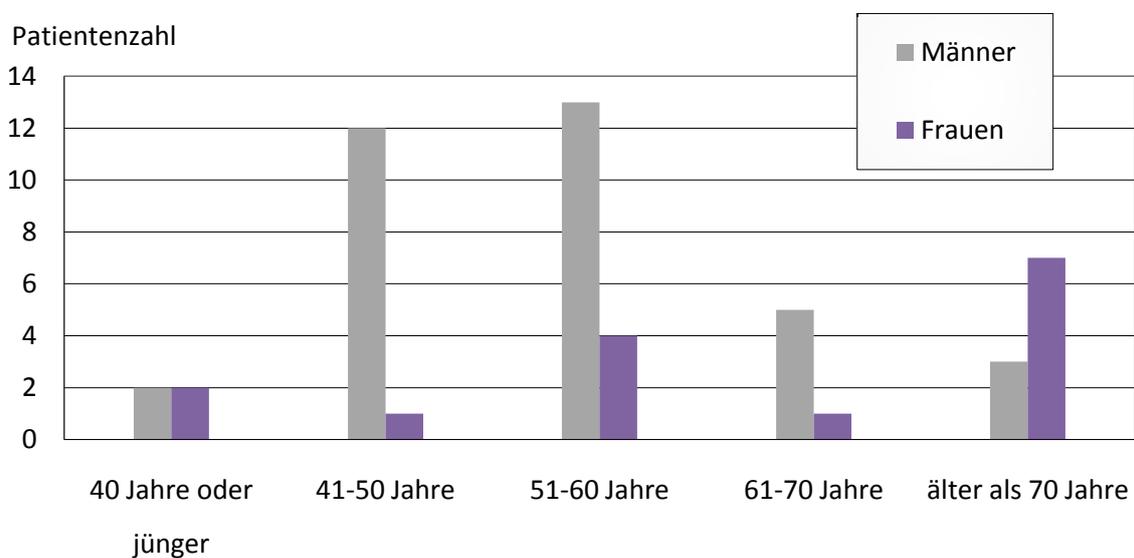


Abb. 1 Geschlecht und Alter

Geschlechterspezifische Altersverteilung innerhalb des Patientenkollektivs.

Für die vorliegende Studie relevante Besonderheiten der Allgemeinanamnese, wie auf S. 16 näher erläutert, lagen in Form von Begleiterkrankungen und/oder

Risikofaktoren bei 37 (74 %) der 50 Patienten vor. Es waren dies sieben (47 %) der weiblichen und 30 (86 %) der männlichen Patienten.

Bei den Frauen war in fünf Fällen ein regelmäßiger Alkohol- und/oder Nikotinkonsum zu verzeichnen; von jeweils einer weiteren Patientin wurden eine Hyperurikämie bzw. ein Diabetes mellitus angegeben.

Die 30 männlichen Patienten nahmen regelmäßig Alkohol zu sich und/oder rauchten. Einige waren zusätzlich an Diabetes mellitus, Infektionen mit multiresistenten Staphylococcus-aureus-Stämmen (MRSA), rheumatoider Arthritis (Rheuma) oder an Urikopathie (Gicht) erkrankt (Abb. 2).

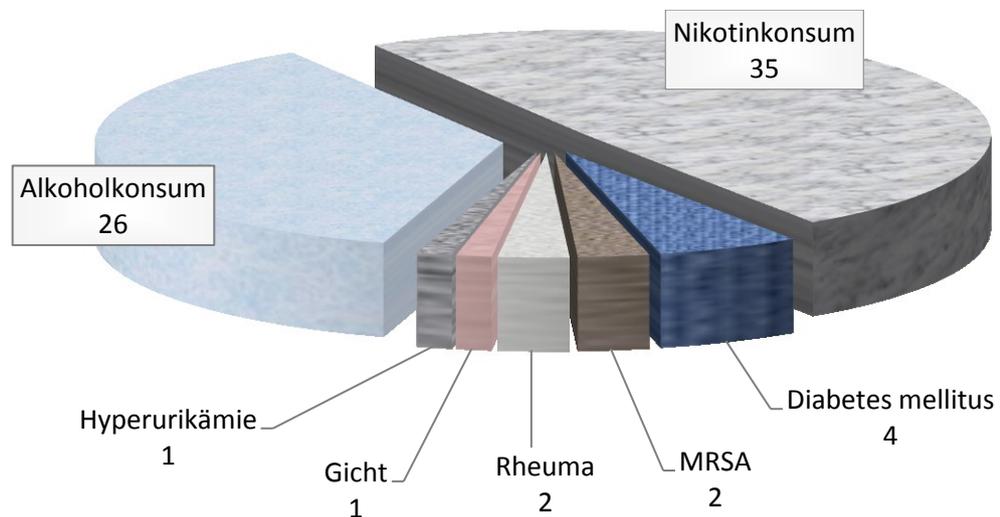


Abb. 2 Anamnestische Besonderheiten (bei 37 der 50 Patienten)

Begleiterkrankungen und Risikofaktoren im Patientenkollektiv, Anzahl der betroffenen Patienten.

In der speziellen Anamnese war bei 48 (96 %) der 50 Patienten ein maligner Tumor ursächlich für den operativen Eingriff, sowie in jeweils einem weiteren Fall ein Gesichtstrauma nach Fahrradunfall und eine chronisch-entzündliche Läsion mit unklarer Ätiologie.

Dreiundvierzig (90 %) der 48 resezierten Tumoren erwiesen sich bei der pathohistologischen Aufarbeitung als Plattenepithel-Karzinome. Somit war die Ursa-

che für den operativen Eingriff bei 86 % der 50 Patienten ein Plattenepithel-Karzinom. Die restlichen Tumoren waren ein malignes Hämangioendotheliom, ein Sarkom, ein Mukoepidermoid-Karzinom, ein adenoidzystisches Karzinom und ein Merkelzell-Karzinom.

Bei der Operation handelte es sich in 45 (90 %) der Fälle um einen intraoralen, in den restlichen 5 Fällen (10 %) um einen extraoralen Eingriff. Intraoral war die OP-Indikation in jedem Fall ein maligner Tumor (Abb. 3).

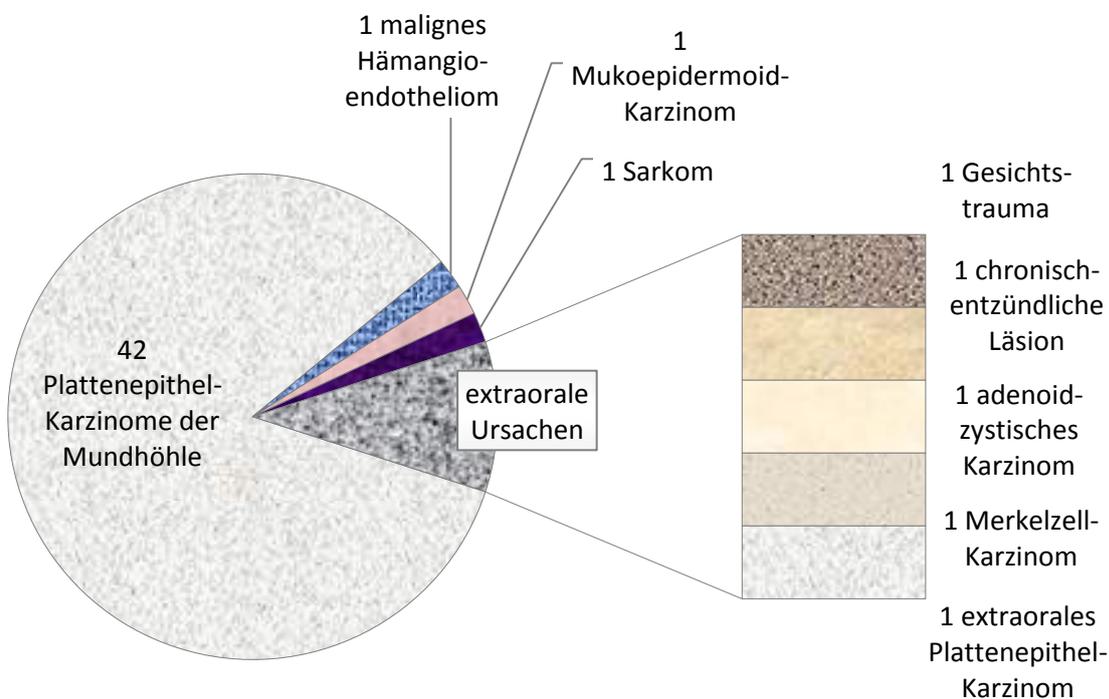


Abb. 3 OP-Indikationen

Links: Anteil der einzelnen intraoralen Tumoren sowie Gesamtanteil der extraoralen Ursachen an den OP-Indikationen. Rechts sind die einzelnen extraoralen Ursachen aufgelistet.

Die 48 malignen Tumoren sind in Abb. 4 nach ihrer lokalen Ausdehnung zusammengefasst. Bei 12 (25 %) der Tumorpatienten lagen Lymphknotenmetastasen vor. Fernmetastasen waren nicht nachweisbar.

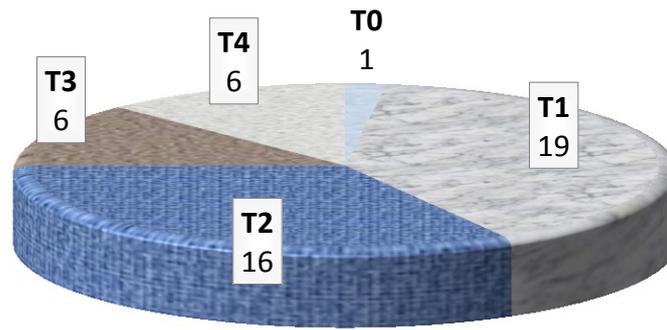


Abb. 4 Tumorgröße

Anzahl der Patienten mit der jeweiligen Tumorgröße. Es gilt:

T0 = kein Primärtumor vorhanden (nach präoperativer Radio- und Chemotherapie);

T1 = Primärtumor mit einem maximalen Durchmesser von 2,0 cm;

T2 = Primärtumor >2,0, ≤4,0 cm im größten Durchmesser;

T3 = Primärtumor >4 cm im maximalen Durchmesser;

T4 = Primärtumor mit Invasion in Nachbarorgane.

Neununddreißig (81 %) der 48 Tumorpatienten wurden neben der Tumorresektion einer Radiatio und ggf. einer zusätzlichen Chemotherapie unterzogen. Einzelheiten sind der Abb. 5 zu entnehmen.

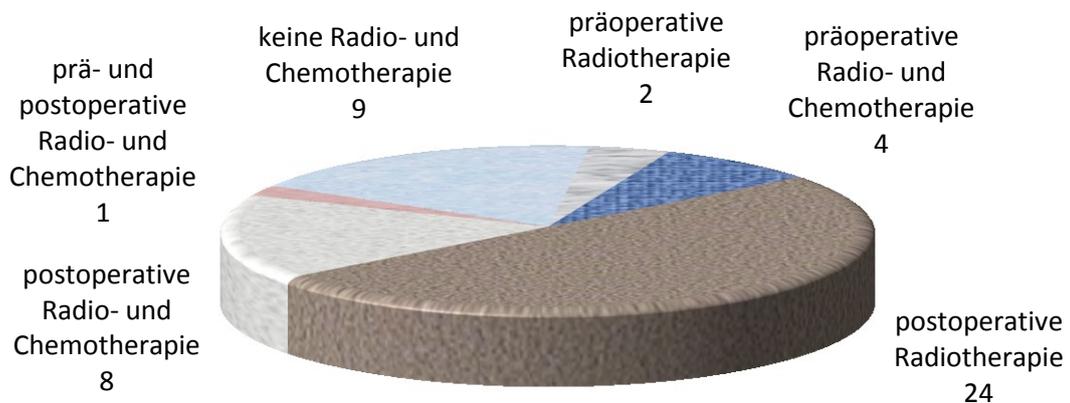


Abb. 5 Radio- und Chemotherapie der Tumorerkrankung

Anzahl der Patienten, welche der jeweiligen Therapiemethode unterzogen wurden.

Die 50 orofazialen Weichgewebsdefekte, welche mit dem Radialislappen primär-plastisch verschlossen wurden, waren meist (zu 46 %) im Bereich des Mundbodens bzw. des Unterkiefer-Alveolarfortsatzes, zu 26 % im Bereich der Zunge, sowie in verschiedenen anderen Regionen des Kopf-Hals-Bereichs lokalisiert (Abb. 6).

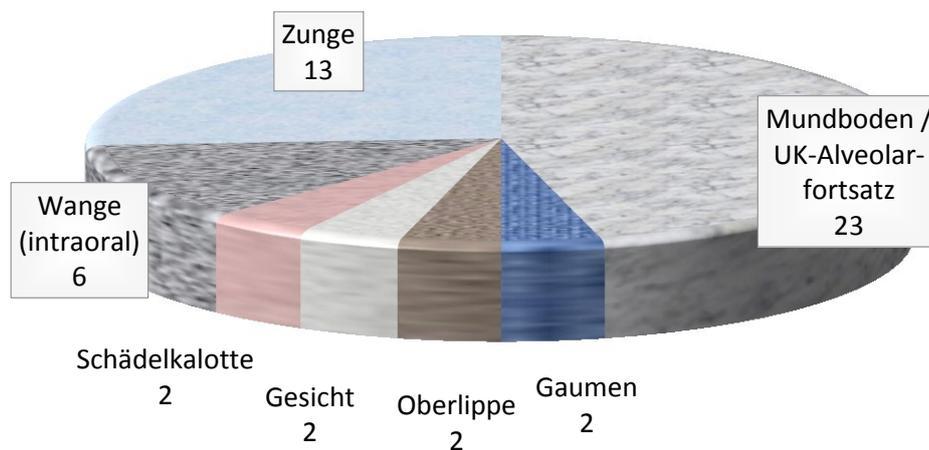


Abb. 6 Lokalisation des transplantierten Radialislappens

Anzahl der in der jeweiligen Region lokalisierten Defekte. UK = Unterkiefer

Der Entnahmedefekt des Radialislappens konnte bei zwei (4 %) der 50 Patienten durch primäre Wundnaht verschlossen werden, und verheilte in vier weiteren Fällen (d. h. bei 8 % des Patientenkollektivs) offen.

Bei 42 (84 %) der 50 Patienten erfolgte ca. 1 – 2 Wochen nach der Lappenhebung ein Verschluss des Entnahmedefekts mit frei transplantierte Vollhaut. Spenderregion für das Vollhauttransplantat war bei 40 dieser Patienten die Leistengegend, sowie in jeweils einem weiteren Fall der Unterschenkel bzw. die Schultergegend.

Bei zwei (4 %) der 50 Patienten wurde der Entnahmedefekt des Radialislappens mit einem freien Spalthauttransplantat verschlossen. In diesen Fällen erfolgte die Defektdeckung ebenfalls ca. 1 – 2 Wochen nach der Lappenhebung. Die Spalthaut wurde aus dem Bereich des Oberschenkels entnommen.

Im postoperativen Heilungsverlauf nach der mikrochirurgischen Transplantation des Radialislappens bzw. nach der Versorgung des Entnahmedefekts wurden insgesamt bei 17 (34 %) der 50 Patienten Komplikationen beobachtet.

Es waren dies lokale Komplikationen in der Empfänger- bzw. Entnahmeregion des Radialislappens und in der Spenderregion der Vollhaut, sowie allgemeine Komplikationen. Einige dieser 17 Patienten entwickelten mehrere Komplikationen. (Abb. 7).

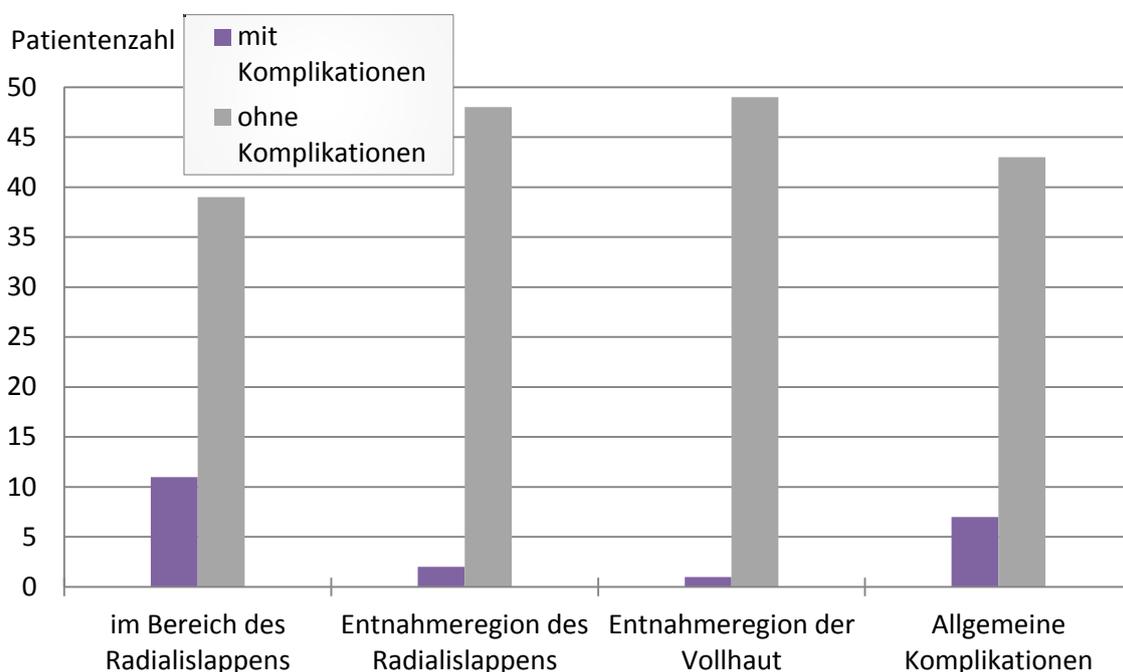


Abb. 7 Komplikationen im postoperativen Heilungsverlauf

Anzahl der Patienten mit bzw. ohne Komplikationen im jeweiligen Operationsgebiet.

Die einzelnen allgemeinen Komplikationen waren eine nosokomiale Pneumonie, zwei MRSA-Infektionen, zwei respiratorische Insuffizienzen, ein Exanthem und eine Parotitis.

Die lokalen Komplikationen traten überwiegend in der Empfängerregion des Radialislappens auf; insgesamt 11 (22 %) der 50 Patienten entwickelten Kom-

plikationen in diesem Bereich. Insbesondere kam es bei 2 weiblichen Patienten (4 % des Patientenkollektivs) zum Totalverlust des Radialislappens. In einem dieser Fälle wurde das Transplantat 2 Tage nach der Operation wegen insuffizienten venösen Rückflusses explantiert. Bei der anderen Patientin lag 3 Tage nach der Transplantation trotz Vollheparinisierung eine Totalnekrose des Radialislappens vor. In beiden Fällen waren keine Vorerkrankungen bekannt und es war keine präoperative Radiotherapie erfolgt.

Des Weiteren erlitt der Radialislappen bei 2 männlichen Patienten eine Teilnekrose. Diese wurde im Rahmen eines Zweiteingriffs exzidiert, und der restliche Teil des Transplantats überlebte. In beiden Fällen lagen Alkohol- und Nikotinaabus vor; es war keine präoperative Radiotherapie erfolgt.

Zu den weiteren Komplikationen in der Empfängerregion des Radialislappens gehörten Durchblutungsstörungen und Dehiscenzen der Wundränder (Abb. 8).

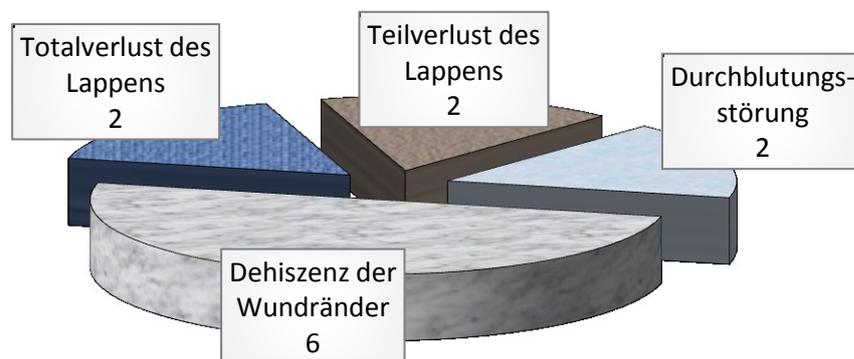


Abb. 8 **Komplikationen im Bereich des Radialislappens (bei 11 der 50 Patienten)**

Anzahl der betroffenen Patienten. Details s. Text.

Komplikationen in der Spenderregion des Radialislappens traten bei lediglich zwei (4 %) der 50 Patienten auf. In beiden Fällen war der Entnahmedefekt des Radialislappens mit Vollhaut verschlossen worden. Im Bereich des Vollhauttransplantats traten ein Narbenkeloid bzw. eine Wundinfektion auf.

In der Entnahmeregion der Vollhaut wurde eine einzige Komplikation beobachtet: Es kam zum Aufreißen der Operationswunde in der Leistengegend.

Aufgrund der geschilderten lokalen Komplikationen im Heilungsverlauf bzw. infolge ungünstiger Narbenbildung mussten bei insgesamt 16 der 50 Patienten Zweiteingriffe vorgenommen werden (Abb. 9).

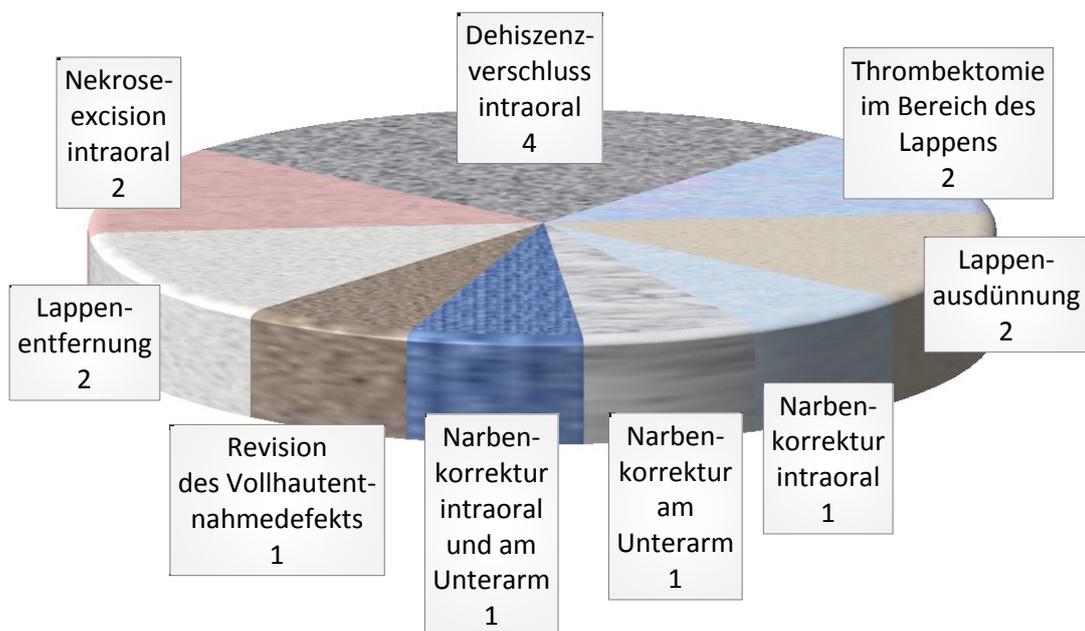


Abb. 9 **Zweiteingriffe (bei 16 der 50 Patienten)**

Art und Anzahl der vorgenommenen Zweiteingriffe.

3.2 Ergebnisse der Nachuntersuchung

Von den 30 Patienten, welche zusätzlich zur Aktenauswertung auch nachuntersucht und befragt wurden, waren 19 Männer (63 %) und 11 Frauen (37 %). Das Durchschnittsalter in dieser Untersuchungsgruppe betrug 57 Jahre.

Der Zeitpunkt der Untersuchung lag im Durchschnitt 15,9 Monate (1 – 90 Monate) nach der Operation. Siebzehn Patienten wurden innerhalb von 10 Monaten nach der Operation untersucht; die restlichen 13 Patienten wurden innerhalb

von 12 – 90 Monaten nach der Operation untersucht. Abhängig von diesem Untersuchungszeitpunkt wurden die Patienten bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse in zwei Gruppen aufgeteilt: Gruppe A = Patienten, die früher als ein Jahr postoperativ untersucht wurden, und Gruppe B = Patienten, die ein Jahr postoperativ oder später untersucht wurden (Abb. 10).

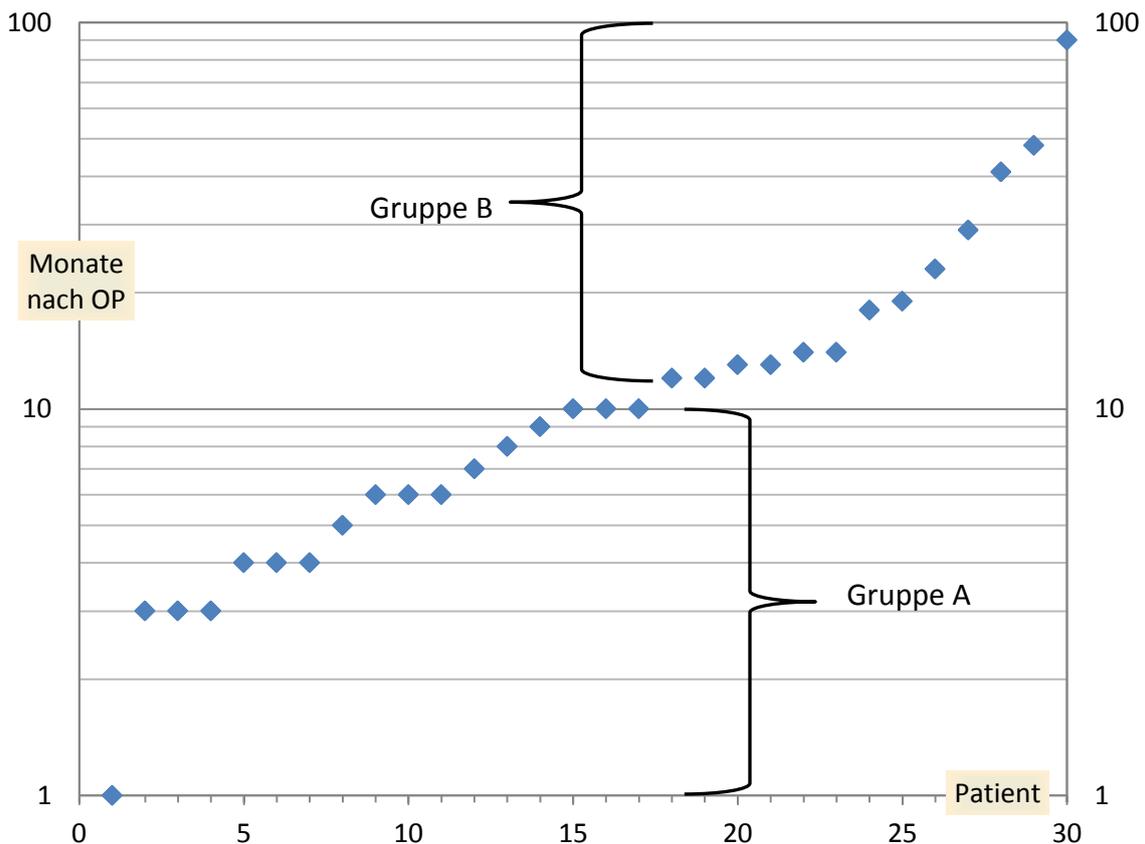


Abb. 10 Zeitpunkt der Nachuntersuchung

Zeitraum zwischen Transplantation des Radialislappens und Nachuntersuchung. Anordnung der 30 nachuntersuchten Patienten nach Länge dieses Zeitraums. Definition der Gruppen A und B (s. Text).

Die in den zwei Gruppen erzielten Untersuchungsergebnisse wurden miteinander verglichen, um das Ausmaß der Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik über die Zeit beurteilen zu können.

3.2.1 Kopf-Hals-Bereich

Die im Kopf-Hals-Bereich unserer Patienten erzielten Untersuchungsergebnisse fielen folgendermaßen aus:

Bei 2 (7 %) der 30 untersuchten Patienten lag ein Totalverlust des Radialislappens vor. Somit beschränkten sich die Untersuchung und Befragung dieser Patienten auf die Entnahmeregion des Radialislappens und diejenige der Vollhaut. In den restlichen 28 Fällen war der Radialislappen regelrecht eingeheilt.

Alle der 28 untersuchten Transplantate waren intraoral lokalisiert. Die durchschnittliche Flächengröße des Radialislappens betrug 15,15 cm²; die Messwerte variierten zwischen 4 und 63 cm² (Abb. 11).

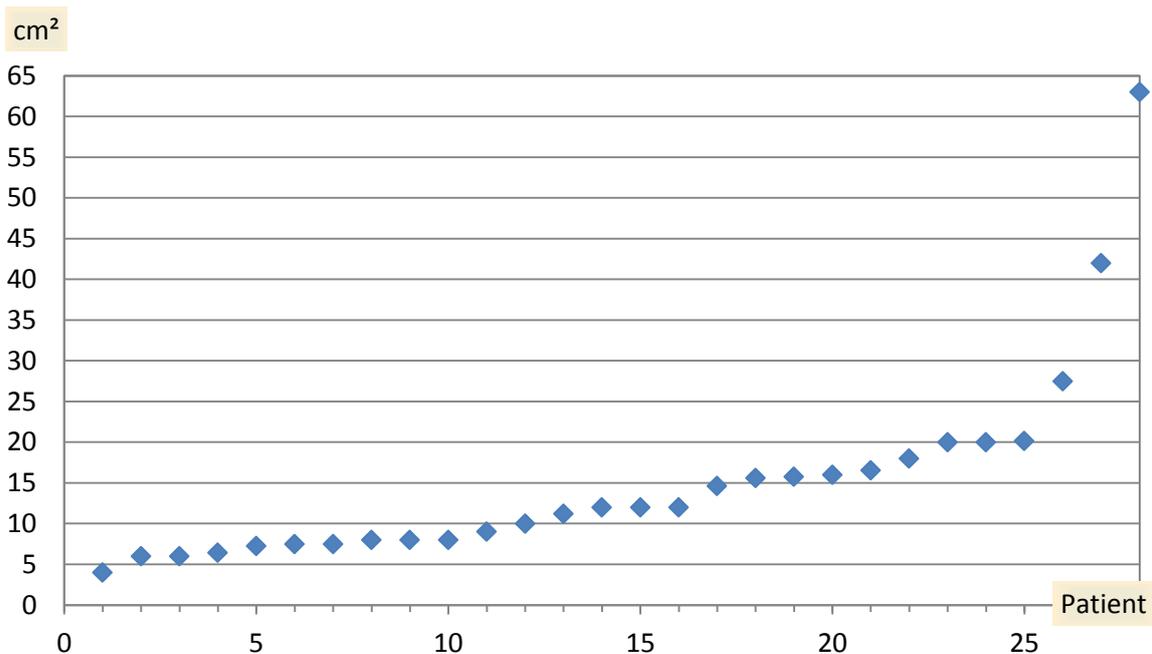


Abb. 11 Transplantatgröße

Anordnung nach Größe des Radialislappens (n = 28).

Bei einem Patienten war der Radialislappen behaart; bei einem weiteren Patienten und einer Patientin blieb das Transplantat geschwollen; die Untersuchung fand in diesen Fällen 10, 13 bzw. 6 Monate nach der Operation statt.

Die Untersuchung des Radialislappens auf seine *Resensibilisierung* hin brachte folgende Ergebnisse:

Nach der auf S. 30 erläuterten Einteilung in zwei Gruppen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Untersuchung wurde die zeitliche Entwicklung der Resensibilisierung beurteilt. Die in den zwei Gruppen erzielten Ergebnisse der einzelnen Sensibilitätstests sind in Abb. 12 einander gegenübergestellt; zur Gruppe A gehören die Patienten, welche bis zu einem Jahr nach der Operation untersucht wurden, und die Gruppe B umfasst die Patienten, welche ein Jahr postoperativ oder später untersucht wurden.

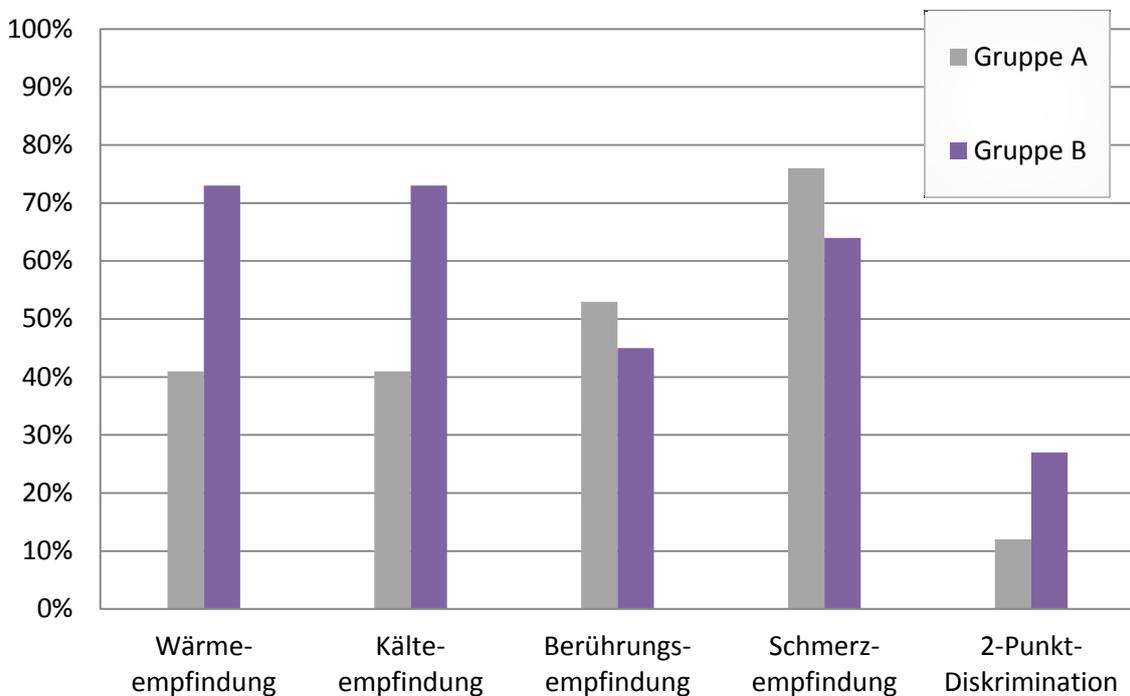


Abb. 12 Resensibilisierung des Radialislappens über die Zeit

Vergleich zwischen den Gruppen A und B (s. Text) hinsichtlich der Reaktion auf die einzelnen Sensibilitätstests. Details s. Text.

Nach dieser Auswertungsmethode zeigte die Resensibilisierung der 28 untersuchten Transplantate insgesamt eine Besserung über die Zeit: Die Patienten,

welche ein Jahr postoperativ oder später untersucht wurden, schnitten in drei der fünf Sensibilitätstests besser ab als die Patienten, welche früher als ein Jahr nach der Operation untersucht wurden. Diese drei Tests waren die Wärme- und die Kälteapplikation sowie die Überprüfung der 2-Punktdiskrimination.

So wiesen 73 % der Transplantate, welche innerhalb von 12 – 90 Monaten postoperativ untersucht wurden, eine Rückkehr der Wärmeempfindung auf, gegenüber nur 41 % der Transplantate, welche erst vor weniger als 12 Monaten zum Defektverschluss verwendet worden waren. Die gleiche Verteilung zwischen den zwei Gruppen zeigten auch die Ergebnisse der Kälteapplikation.

Zwölf Prozent der erst kürzlich operierten Patienten konnten zwei taktile Reize im Bereich des Radialislappens räumlich voneinander unterscheiden, während diese 2-Punkt-Diskrimination in der anderen Patientengruppe bereits in 27 % der Fälle beobachtet werden konnte.

Die restlichen zwei Sensibilitätstests zeigten hingegen keine Besserung der Resensibilisierung über die Zeit, sondern eine eher gleichmäßige Verteilung der Ergebnisse zwischen den zwei Gruppen: Eine Rückkehr der Berührungsempfindung wiesen 53 % vs. 45 % der jüngeren bzw. älteren Transplantate auf, und die Schmerzempfindung konnte bei 76 % vs. 64 % der früh bzw. spät nachuntersuchten Patienten ausgelöst werden.

Die Reaktion der einzelnen Transplantate auf die Sensibilitätstests zeigte einen Fortschritt der Resensibilisierung über die Zeit.

Beispielsweise reagierten zum Zeitpunkt der Untersuchung lediglich 12 % der jüngeren Transplantate auf alle fünf Sensibilitätstests positiv, im Sinne einer Rückkehr aller getesteten Empfindungsqualitäten, während dies bereits 27 % der älteren Transplantate taten.

Eine negative Reaktion auf alle fünf Sensibilitätstests wurde bei 18 % der früher als ein Jahr postoperativ untersuchten Transplantate festgestellt, d. h. zum Zeitpunkt der Untersuchung war bei diesen Patienten der Radialislappen komplett asensibel. Von den 12 Monate postoperativ oder später untersuchten Transplantaten zeigten lediglich 9 % eine solche komplette Anästhesie.

Im Durchschnitt zeigten die jüngeren Transplantate eine Rückkehr von lediglich zwei der fünf getesteten Empfindungsqualitäten. Die ein Jahr nach der Operati-

on oder später untersuchten Transplantate zeigten hingegen eine Rückkehr von durchschnittlich drei Empfindungsqualitäten (Abb. 13).

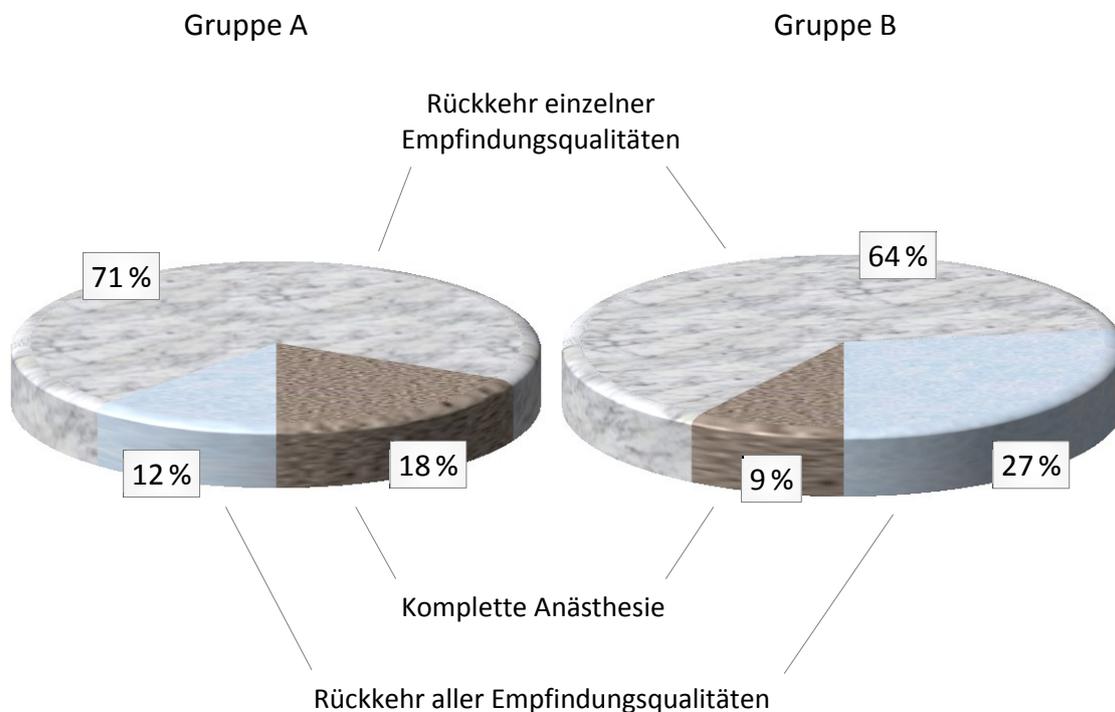


Abb. 13 Resensibilisierung des Radialislappens: Übersicht

Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text). Prozentualer Anteil der Transplantate, für welche die jeweilige Aussage zutrifft.

Im gesamten Untersuchungskollektiv konnten fünf Patienten zwei taktile Reize im Bereich des Radialislappens räumlich voneinander unterscheiden. Auch alle anderen Qualitäten der Resensibilisierung waren in diesen fünf Fällen zurückgekehrt.

Einen Überblick über die Ergebnisse des 2-Punkt-Diskriminationstests bietet Tab. 2 auf der folgenden Seite; aufgeführt sind die im Bereich des Transplantats gemessenen Schwellenwerte, die auf der nicht operierten Mundschleimhaut in Transplantatnähe gemessenen Kontrollwerte, sowie die Differenzen dieser beiden Werte.

Die durchschnittliche Differenz zwischen dem im Bereich des Radialislappens gemessenen Schwellenwert und dem Kontrollwert lag bei 1,28 cm.

Tab. 2 2-Punkt-Diskriminationsschwelle

Anordnung nach dem Zeitpunkt der Untersuchung (Monate nach der Operation). Details s. Text.

Monate nach der Operation	Kontrolle in Transplantatnähe (cm)	Transplantat (cm)	Differenz (cm)
3	1,3	2,5	1,2
9	1,5	2,7	1,2
13	1,3	2,9	1,6
14	1,2	2,3	1,1
18	1,5	2,8	1,3

Die in der intraoralen Umgebung der Transplantate durchgeführten Tests fielen folgendermaßen aus:

Die *Zungensensibilität*, gemessen im Bereich der nicht operierten Zungenschleimhaut war bei 23 der 28 im Kopf-Hals-Bereich untersuchten Patienten, auch im Seitenvergleich, nicht eingeschränkt.

In drei Fällen war die Zunge auf einer Seite asensibel, in einem dieser Fälle nach Resektion des N. lingualis auf der entsprechenden Seite, und im zweiten bzw. dritten Fall nach Mandibula- bzw. Zungenteilresektion auf der entsprechenden Seite.

In zwei Fällen konnte im Bereich der gesamten Zunge keine Empfindung ausgelöst werden. In einem dieser Fälle lag ein Zustand nach Zungenteilresektion sowie nach einseitiger, tumorbedingter Resektion des N. lingualis vor, und die Operation lag erst vier Monate zurück. Der zweite Patient war im Bereich des anterioren Mundbodens operiert; allgemeinanamnestisch lag ein Zustand nach

früherem Schädel-Hirn-Trauma mit operativ entlasteter Hirnblutung und konsekutiven Gedächtnisproblemen vor.

Die Untersuchung der *Zungenmotorik* ergab bei 21 der 28 Patienten, auch im Seitenvergleich, keine Einschränkungen der Zungenbewegung.

In vier Fällen lag eine einseitige Einschränkung der Zungenbewegung vor. In zwei dieser Fälle war eine Zungenteilresektion auf der entsprechenden Seite erfolgt, im dritten Fall war die Operation im Bereich des Gaumens auf der entsprechenden Seite gewesen, und im vierten Fall lag die Operation erst 4 Monate zurück.

In drei Fällen war die Zungenbewegung nach allen Seiten hin eingeschränkt. In einem dieser Fälle lag die Operation erst einen Monat zurück, im zweiten Fall war vor 4 Monaten eine Zungenteilresektion erfolgt. Beim dritten, allgemeinanamnestisch mit einem Schädel-Hirn-Trauma (s. o.) vorbelasteten Patienten war eine Mundbodenteilresektion erfolgt.

Die Messung der *Mundöffnung* unserer Patienten brachte folgende Ergebnisse: Die Messwerte variierten bei den Männern zwischen 15 und 50 mm; der durchschnittliche Messwert lag bei 37 mm. Werte unter 30 mm wurden bei drei Männern gemessen: 15, 20 bzw. 28 mm, wobei die Operation in diesen Fällen 4, 1 bzw. 18 Monate zurücklag.

Die bei den Frauen erzielten Messwerte für die Mundöffnung lagen zwischen 20 und 48 mm; die durchschnittliche Mundöffnung der Patientinnen betrug 32 mm. Bei vier Frauen lag der Messwert für die Mundöffnung unter 30 mm: 20, 20, 25 bzw. 26 mm; die Operation lag in diesen Fällen 4, 41, 19 bzw. 7 Monate zurück.

3.2.2 Unterarm

Der Radialislappen war bei 24 (80 %) der 30 untersuchten Patienten im Bereich des linken Unterarms, und in den restlichen 6 Fällen (20 %) im Bereich des rechten Unterarms entnommen worden.

Als Entnahmemarm hatte in 23 Fällen (77 %) der nicht-dominante und in 7 Fällen (23 %) der dominante Arm des Patienten gedient.

Der Entnahmedefekt des Radialislappens war bei den 30 untersuchten Patienten folgendermaßen verschlossen worden:

In einem (3 %) der 30 Fälle war bei der Lappenhebung wegen enormen Weichgewebsüberschusses aufgrund von Adipositas ein direkter Wundverschluss durch primäre Wundnaht möglich gewesen.

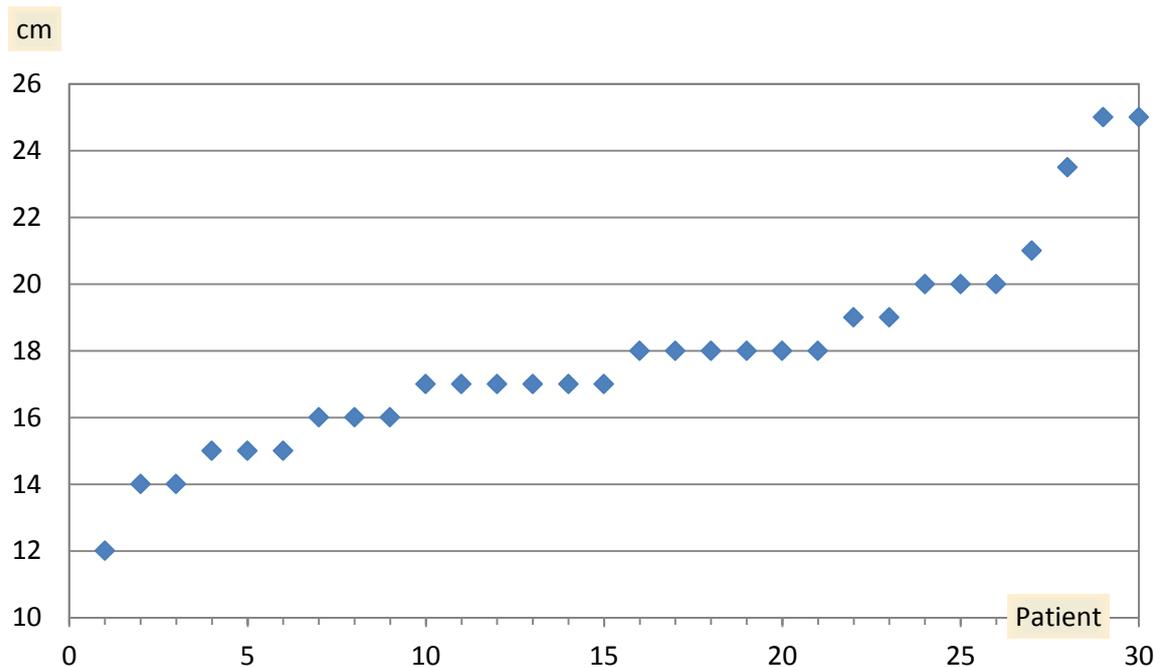


Abb. 14 Narbenlänge der durch primäre Wundnaht verschlossenen Hautinzision im Bereich des Entnahmearms

Anordnung der 30 untersuchten Patienten nach Länge der Narbe.

Bei 3 (10 %) der 30 Patienten war der Entnahmedefekt des Radialislappens offen verheilt.

Bei den restlichen 26 (87 %) der 30 Patienten war 1 – 2 Wochen nach der Hebung des Radialislappens im Rahmen eines zweiten Eingriffs ein Verschluss des Entnahmedefekts mit frei transplantierte Vollhaut erfolgt. Das Vollhauttransplantat war bei 25 (83 %) der 30 untersuchten Patienten aus der Leisten- gegend, und in einem weiteren Fall aus dem Unterschenkel entnommen worden.

Die im Untersuchungskollektiv im Bereich des Unterarms erzielten Untersuchungsergebnisse fielen folgendermaßen aus:

Die Narbenlänge der durch primäre Wundnaht verschlossenen S-förmigen Hautinzision im Bereich des Entnahmearms variierte im Untersuchungskollektiv zwischen 12 und 25 cm; der durchschnittliche Messwert betrug dabei 17,85 cm (Abb. 14 auf S. 38).

Die Flächengröße des – mit Vollhaut verschlossenen oder offen verheilten – Entnahmedefekts des Radialislappens variierte im Untersuchungskollektiv zwischen 4 und 42 cm²; der durchschnittliche Messwert betrug dabei 14,93 cm² (Abb. 15).

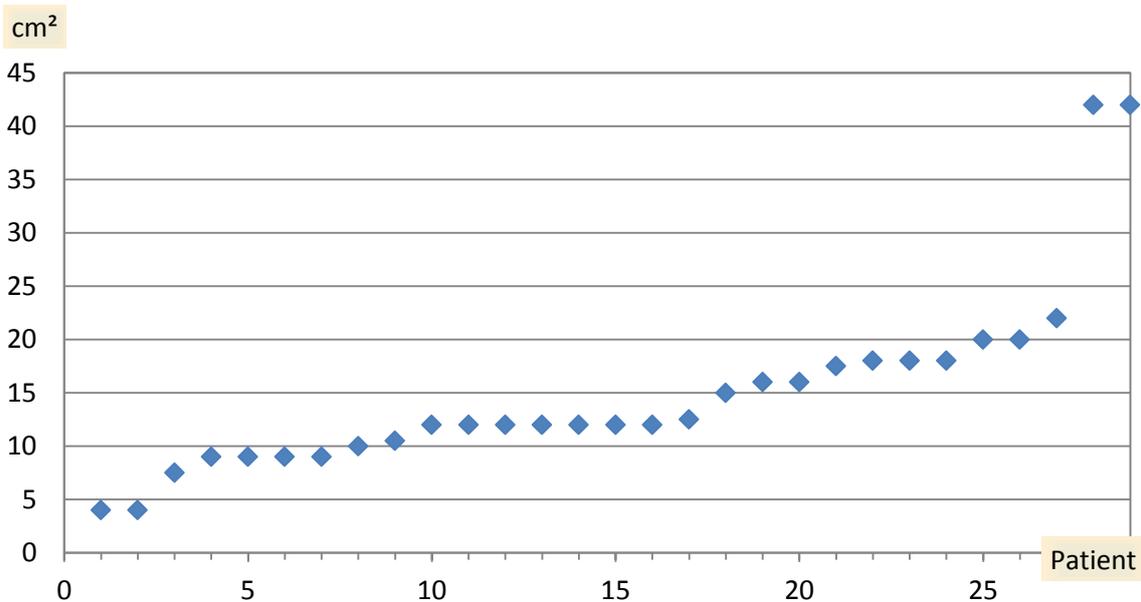


Abb. 15 Flächengröße des Entnahmedefekts des Radialislappens

Anordnung der untersuchten Patienten nach Größe der Fläche (n = 29, da 1 Verschluss durch primäre Wundnaht vorlag).

Gefühlsstörungen in der Entnahmeregion des Radialislappens, d. h. im Bereich des ventralen Unterarms, wurden bei 26 (87 %) der 30 untersuchten Patienten festgestellt. Von einer Gefühlsstörung betroffen waren insbesondere alle 3 Patienten mit offen verheilten Entnahmedefekten (5, 13 bzw. 41 Monate postopera-

tiv), sowie der Patient mit einem durch primäre Wundnaht verschlossenen Entnahmedefekt (12 Monate postoperativ), und 22 (85 %) der 26 Patienten, bei welchen der Entnahmedefekt mit Vollhaut verschlossen worden war.

Die von Gefühlsstörungen betroffenen Hautareale im Bereich des ventralen Unterarms waren von verschiedener Ausdehnung, jedoch in den meisten Fällen beschränkt auf den Bereich der S-förmigen Hautinzision und/ oder auf das Vollhauttransplantat bzw. den offen verheilten Entnahmedefekt des Radialislap-pens. Im Falle einer in diesen Regionen lokalisierten Gefühlsstörung variierte die Größe des Defizitareals zwischen 2 und 42 cm²; der durchschnittliche Messwert lag bei 14 cm².

Bei 4 (13 %) der 30 untersuchten Patienten wurde im Bereich des ventralen Unterarms und der Hand keine Gefühlsstörung festgestellt. Der Entnahmedefekt des Radialislap-pens war in diesen vier Fällen mit Vollhaut verschlossen worden; zum Zeitpunkt der Untersuchung zeigten also 4 (15 %) der 26 Vollhauttransplantate bereits eine vollständige Resensibilisierung, und auch im Bereich der S-förmigen Hautinzision war bei diesen Patienten die Sensibilität wieder zurückgekehrt; die Operation lag in diesen vier Fällen 9, 12, 14 bzw. 90 Monate, im Durchschnitt 31 Monate zurück.

Anhand der Einteilung der untersuchten Patienten in zwei Gruppen in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Untersuchung (vgl. S. 30) wurde im Bereich des Vollhauttransplantats insgesamt ein Fortschritt der Resensibilisierung über die Zeit festgestellt.

So lagen bei 38 % der Patienten, welche früher als ein Jahr postoperativ untersucht wurden, noch anästhetische Hautareale unterschiedlicher Größe im Bereich des Vollhauttransplantats vor. Hingegen war bei den Vollhauttransplantaten, welche zum Zeitpunkt der Untersuchung 12 Monate oder älter waren, im Bereich der gesamten Transplantatfläche eine, wenn auch verminderte, Gefühlsempfindung bereits vorhanden.

Auch die vollständige Resensibilisierung des Vollhauttransplantats wurde häufiger bei den Patienten beobachtet, welche ein Jahr postoperativ oder später untersucht wurden, nämlich in 30 % der Fälle, gegenüber nur 6 % der Patienten, welche früher als 12 Monate postoperativ untersucht wurden.

Die in den zwei Gruppen erzielten Untersuchungsergebnisse sind in Abb. 16 einander gegenübergestellt; zur Gruppe A gehören die Patienten, welche bis zu einem Jahr nach der Operation untersucht wurden, und die Gruppe B umfasst die Patienten, welche 12 Monate postoperativ oder später untersucht wurden.

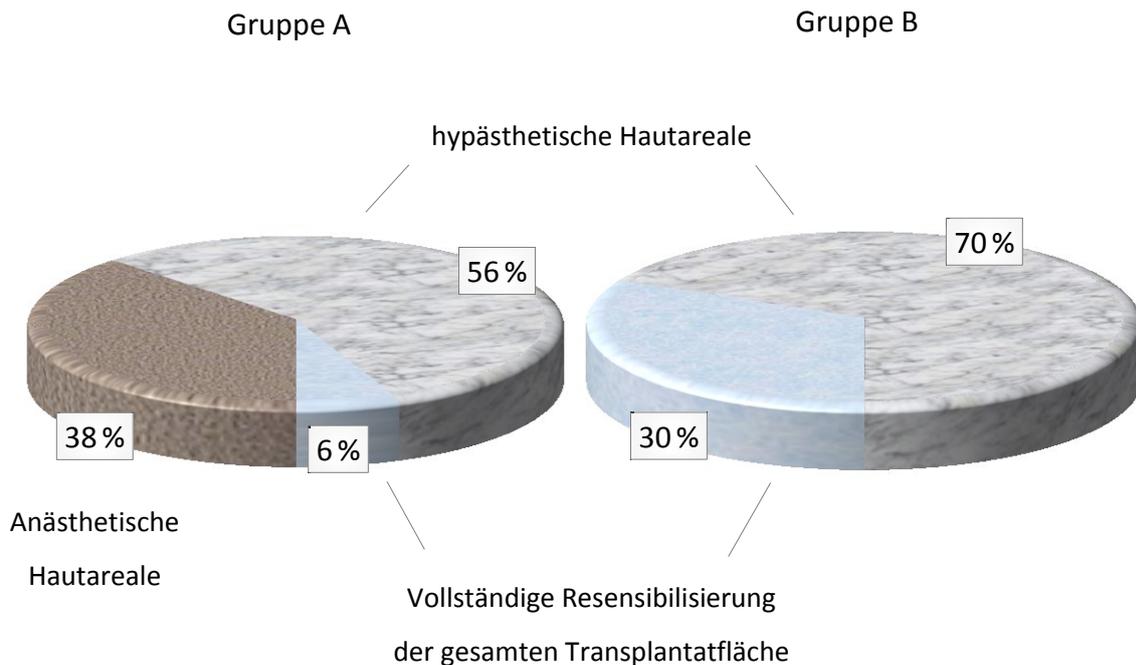


Abb. 16 Resensibilisierung des Vollhauttransplantats über die Zeit

Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text). Prozentualer Anteil der Transplantate, für welche die jeweilige Aussage zutrifft.

Bei 5 (17 %) der 30 untersuchten Patienten lag (zusätzlich zur Unterarm-) auch eine Gefühlsstörung der Hand, insbesondere im Bereich des Daumens vor. In zwei dieser Fälle fand die Untersuchung erst 3 bzw. 4 Monate postoperativ statt; es handelte sich um ein anästhetisches bzw. ein hypästhetisches Hautareal im Versorgungsgebiet des N. radialis.

In zwei weiteren Fällen lagen 12 bzw. 13 Monate postoperativ hypästhetische Hautareale im Versorgungsgebiet des N. radialis vor. Schließlich ergab die 48

Monate postoperativ durchgeführte Untersuchung einer Patientin ein hypästhetisches Hautareal im Versorgungsgebiet des N. medianus.

Die Größe des im Bereich der Hand lokalisierten Defizitareals variierte zwischen 3 und 5 cm²; der durchschnittliche Messwert lag bei 4,2 cm².

Der Vergleich von Entnahme- und Kontrollarm hinsichtlich des *Armumfangs* brachte bei den 30 untersuchten Patienten folgende Ergebnisse:

Die im Bereich des distalen Unterarms gemessenen Werte sind für den Entnahme- und Kontrollarm in Abb. 17 dargestellt.

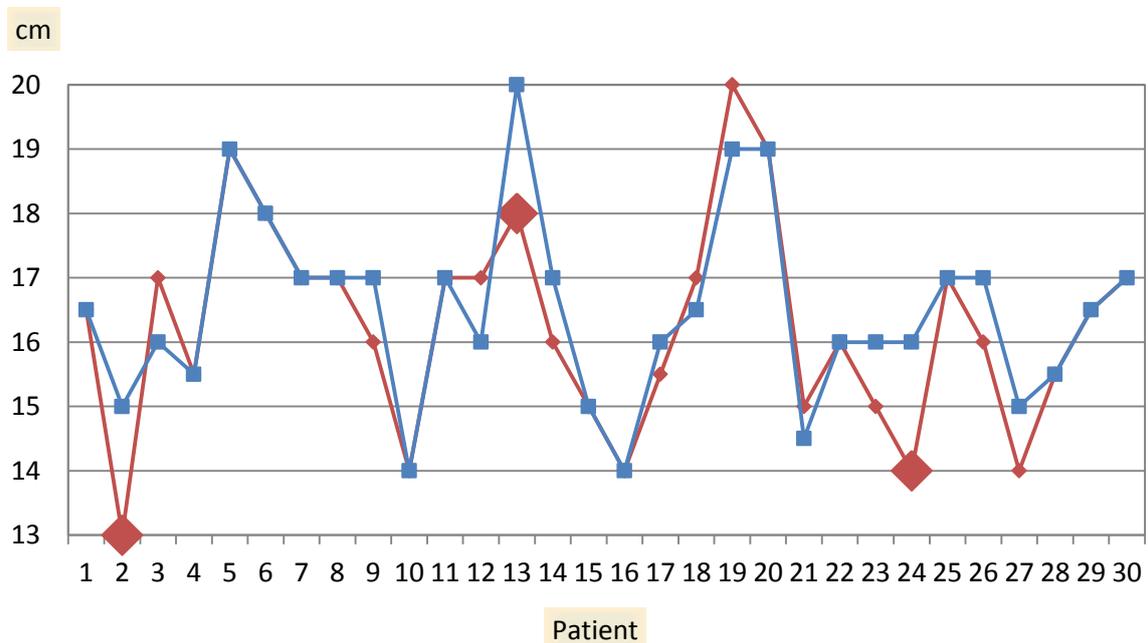


Abb. 17 **Umfang des Entnahme- und des Kontrollarms im Bereich des distalen Unterarms**

Messergebnisse bei den 30 untersuchten Patienten. Messwerte für den Entnahmearm in Rot, für den Kontrollarm in Blau. Details s. Text.

Unter Berücksichtigung von Wertdifferenzen erst ab 1 cm (vgl. S. 19) war bei insgesamt drei Patienten an dieser Messstelle, nämlich im Bereich des distalen Unterarms, der Umfang des Entnahmearms geringer als der Umfang des Kontrollarms (in Abb. 17 vergrößert in Rot dargestellt). Um festzustellen, ob diese

Umfangsdifferenz der Operation geschuldet war, wurde bei diesen drei Patienten wie auf S. 19 beschrieben vorgegangen.

Nach Auswertung der Messergebnisse konnte die Umfangsdifferenz bei zwei Patienten mit gewisser Wahrscheinlichkeit auf die Operation zurückgeführt werden. Der Umfang des Entnahmearms im Bereich des distalen Unterarms war in beiden Fällen jeweils um 2 cm geringer als der Umfang des Kontrollarms.

Die im Bereich des proximalen Unterarms gemessenen Werte sind für den Entnahme- und Kontrollarm in Abb. 18 dargestellt.

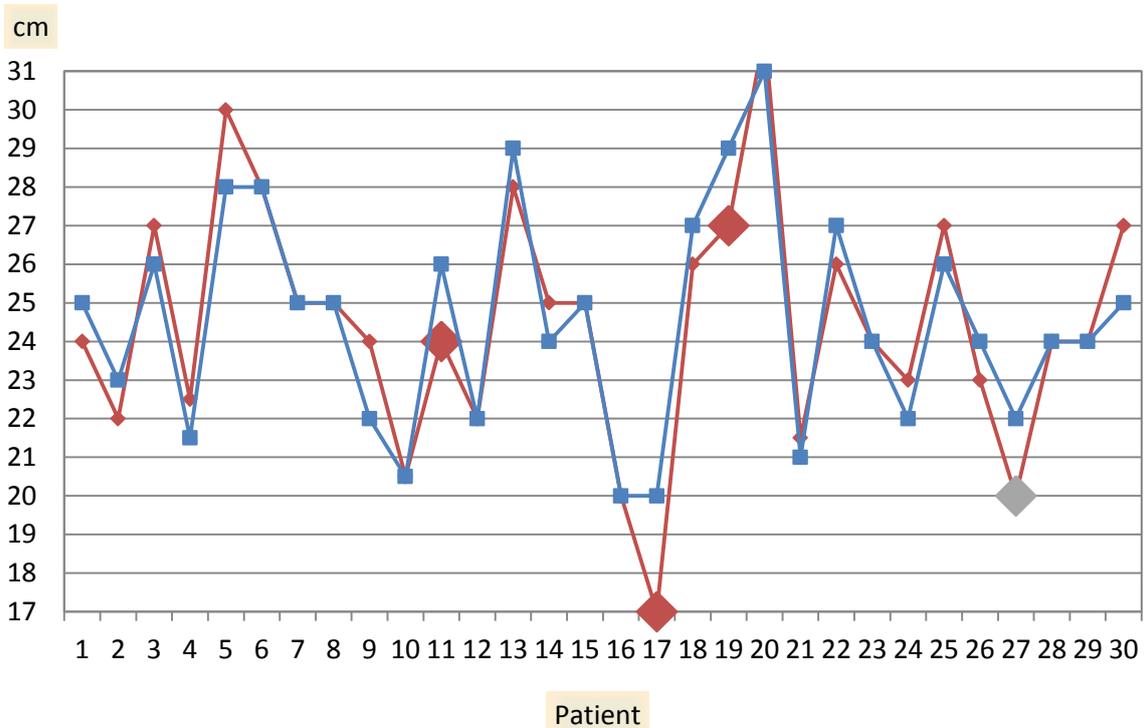


Abb. 18 Umfang des Entnahme- und des Kontrollarms im Bereich des proximalen Unterarms

Messergebnisse bei den 30 untersuchten Patienten. Messwerte für den Entnahmearm in Rot, für den Kontrollarm in Blau. Details s. Text.

Bei Berücksichtigung von Wertdifferenzen erst ab 1 cm (vgl. S. 19) war auch an dieser Messstelle, nämlich im Bereich des proximalen Unterarms, bei insgesamt drei Patienten der Umfang des Entnahmearms geringer als der Umfang

des Kontrollarms (in Abb. 18 vergrößert in Rot dargestellt; es waren dies andere Patienten als die drei Patienten aus Abb. 17). Auch bei diesen Patienten wurden die Messergebnisse wie auf S. 19 beschrieben ausgewertet.

Im Ergebnis konnte die Umfangsdifferenz bei zwei Patienten mit gewisser Wahrscheinlichkeit auf die Operation zurückgeführt werden kann. Der Umfang des Entnahmearms im Bereich des proximalen Unterarms war in beiden Fällen jeweils um 2 cm geringer als der Umfang des Kontrollarms.

In einem weiteren Fall (in Abb. 18 vergrößert in Grau dargestellt) war im Bereich des proximalen Unter- und Oberarms der Umfang des Entnahmearms geringer, und im Bereich des distalen Oberarms hingegen größer als der Umfang des Kontrollarms. Bei der klinischen Untersuchung konnte dafür keine Erklärung gefunden werden. Dieser Fall wurde nicht in die Auswertung einbezogen.

Insgesamt lag also bei 4 (14 %) der 29 in die Auswertung einbezogenen Patienten eine gewisse Wahrscheinlichkeit für die Annahme vor, dass die Entnahme des Radialislappens für die postoperativ festgestellte Umfangsdifferenz zwischen Entnahme- und Kontrollarm in Höhe von jeweils 2 cm ursächlich war.

Die Untersuchung der *Gelenkbeweglichkeit* im Bereich des Entnahmearms nach der Neutral-Null-Methode ergab folgende Werte:

Bei der Flexion und Extension des Ellenbogengelenks sowie bei der Pronation und Supination des Unterarms lagen bei unseren Patienten keine Bewegungsdefizite vor. Im Bereich der Hand- und Fingergelenke des Entnahmearms hingegen wurden bei 8 (27 %) der 30 untersuchten Patienten Bewegungsdefizite festgestellt, bzw. kleinere Werte als am Kontrollarm gemessen.

Nach der auf S. 30 beschriebenen Auswertungsmethode zeigte die Gelenkbeweglichkeit im Untersuchungskollektiv eine deutliche Besserung über die Zeit: Sieben (41 %) der 17 Patienten, welche bis zu einem Jahr postoperativ untersucht wurden, wiesen Bewegungsdefizite auf, gegenüber nur einem (8 %) der 13 Patienten, welche ein Jahr postoperativ oder später untersucht wurden (Gruppe A vs. Gruppe B in Abb. 19 auf der folgenden Seite).

Im Einzelnen wurden folgende Defizite festgestellt: Bei drei Patienten lagen im Bereich des Handgelenks Defizite in der Beugung und Streckung. Für den Flexionswert lag die durchschnittliche Differenz zwischen Entnahme- und Kontroll-

arm bei 15° bzw. bei 27 % des durchschnittlichen Kontrollwerts. Für den Extensionswert lag die durchschnittliche Differenz zwischen Entnahme- und Kontrollarm bei 9° bzw. bei 19 % des durchschnittlichen Kontrollwerts.

In einem Fall lagen Defizite bei der Radial- und Ulnarabduktion des Handgelenks vor. Der Radialabduktionswert war um 12° bzw. um 57 % und der Wert der Ulnarabduktion um 9° bzw. um 26 % geringer als der entsprechende Kontrollwert.

In zwei Fällen war der Faustschluss nicht vollständig, der Fingerkuppen-Hohl-Abstand betrug in beiden Fällen jeweils 1 cm. Schließlich war in fünf Fällen die Oppositionsbewegung des Daumens beeinträchtigt; es blieb ein Abstand des Daumens zur Kleinfingerbasis, welcher bei diesen Patienten zwischen 0,5 und 1 cm variierte.

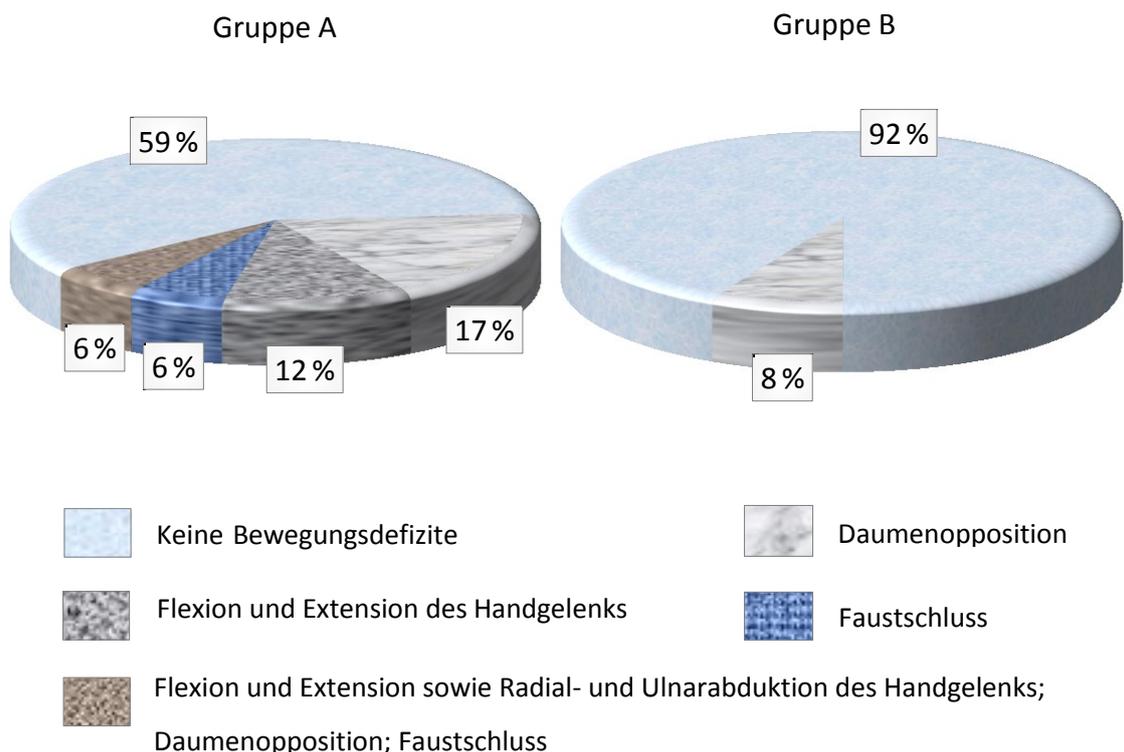


Abb. 19 Defizite in der Gelenkbeweglichkeit im Bereich des Entnahme-
arms

Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text). Prozentualer Anteil der Patienten, für welche die jeweilige Aussage zutrifft.

Die Bewertung der *Muskelkraft des Entnahmearms* nach der BMRC-Skala brachte folgende Ergebnisse:

Bei einem Mann mit Down-Syndrom wurde bei allen untersuchten Muskeln beider Arme ein Kraftgrad von jeweils 4 gemessen. Dieser Fall wurde nicht in die Auswertung einbezogen. Die restlichen 29 Patienten wiesen im Bereich des Kontrollarms keine Kraftdefizite auf (Kraftgrad = 6).

Im Bereich des Entnahmearms wurden bei 7 (24 %) der 29 in die Auswertung einbezogenen Patienten Kraftdefizite eines oder mehrerer der untersuchten Muskeln festgestellt. Alle betroffenen Patienten wiesen Kraftdefizite an mehreren Muskeln auf. Die an den einzelnen Muskeln gemessenen Defizitwerte sind in Tab. 3 zusammengefasst.

Tab. 3 Defizite der Muskelkraft des Entnahmearms bei 7 Patienten

Defizite an den einzelnen untersuchten Muskeln in den Gruppen A und B (s. Text), mit Kraftgrad nach der BMRC-Skala (in Klammern).

Kraftdefizite	Anzahl betroffener Patienten	
	Gruppe A	Gruppe B
M. trapezius	2 (4; 5)	0
M. brachioradialis	5 (2; 4; 4; 4; 5)	1 (3)
Mm. extensor / abductor pollicis	1 (4)	1 (5)
M. biceps brachii	5 (2; 4; 4; 4; 4)	2 (3; 5)

Nach der auf S. 30 beschriebenen Auswertungsmethode zeigte die Muskelkraft des Entnahmearms eine deutliche Besserung über die Zeit:

Fünf (31 %) der 16 Patienten, welche früher als 12 Monate postoperativ untersucht wurden, wiesen Kraftdefizite auf, gegenüber zwei (15 %) der 13 Patienten, welche ein Jahr nach der Operation oder später untersucht wurden (Gruppe A vs. Gruppe B in Tab. 3).

Die Messung der *Handgreifkraft* mit der Blutdruckmanschette ergab im Untersuchungskollektiv folgende Werte (Abb. 20):

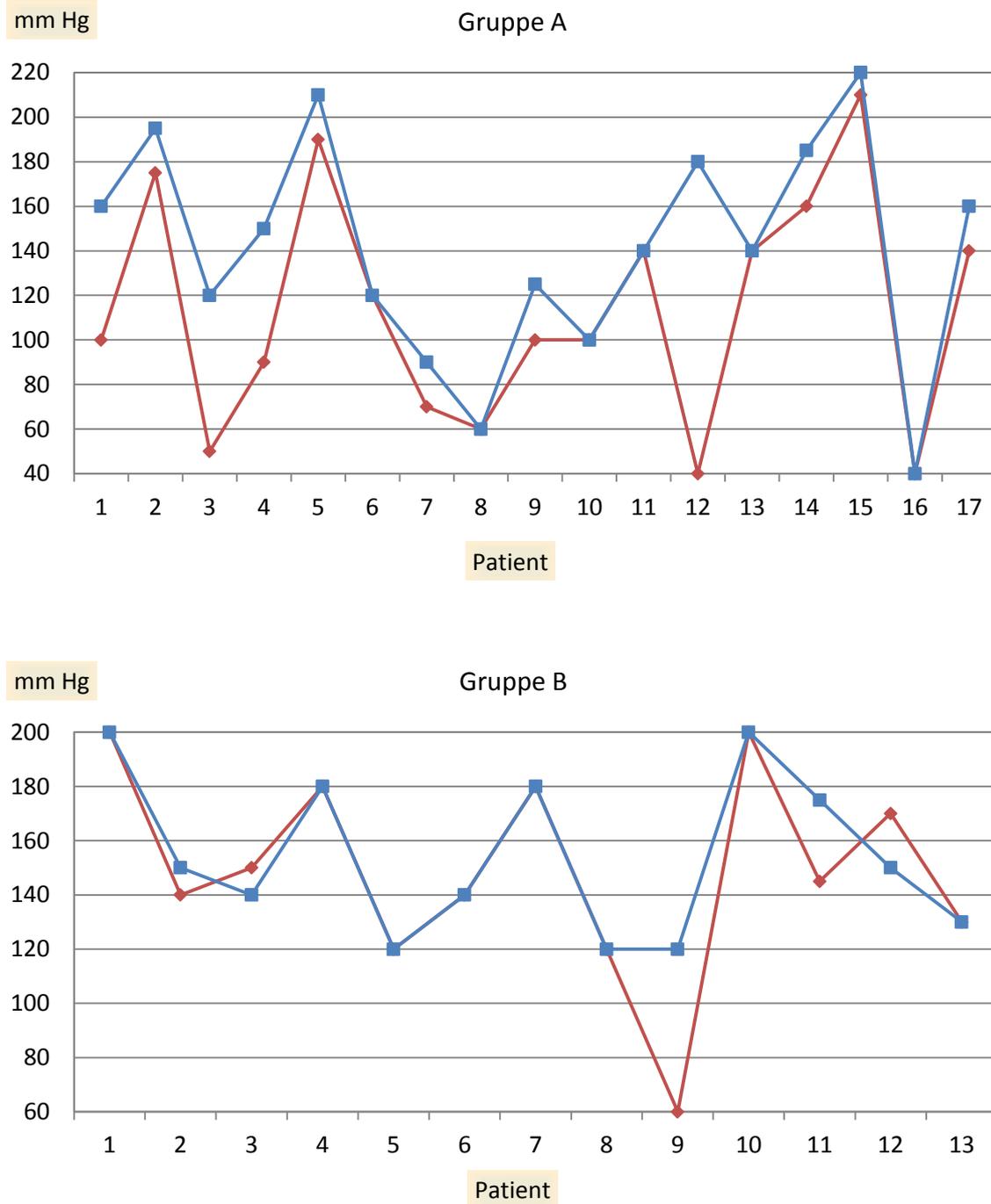


Abb. 20 Handgreifkraft im Bereich des Entnahme- und des Kontrollarms
Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text). Messwerte für den Entnahmemarm in Rot, für den Kontrollarm in Blau.

Eine geringere Greifkraft im Bereich der Hand des Entnahmearms als im Bereich der Hand des Kontrollarms wurde bei insgesamt 14 (47 %) der 30 untersuchten Patienten festgestellt. Allerdings war in 13 (93 %) dieser 14 Fälle der Radialislappen aus dem nicht-dominanten, und somit tendenziell schwächeren, Arm entnommen worden.

Die durchschnittliche Differenz zwischen Entnahme- und Kontrollarm lag für die bis zu einem Jahr postoperativ untersuchten Patienten (Gruppe A in Abb. 20) bei 28 mm Hg, und für die 12 Monate postoperativ oder später untersuchten Patienten (Gruppe B in Abb. 20) bei lediglich 5 mm Hg. Somit zeigte die Handgreifkraft des Entnahmearms eine deutliche Besserung über die Zeit.

Die Bewertung der *Narbe* im Bereich des ventralen Unterarms nach dem Vancouver-Scar-Scale ergab im Untersuchungskollektiv folgende Werte (Abb. 21):

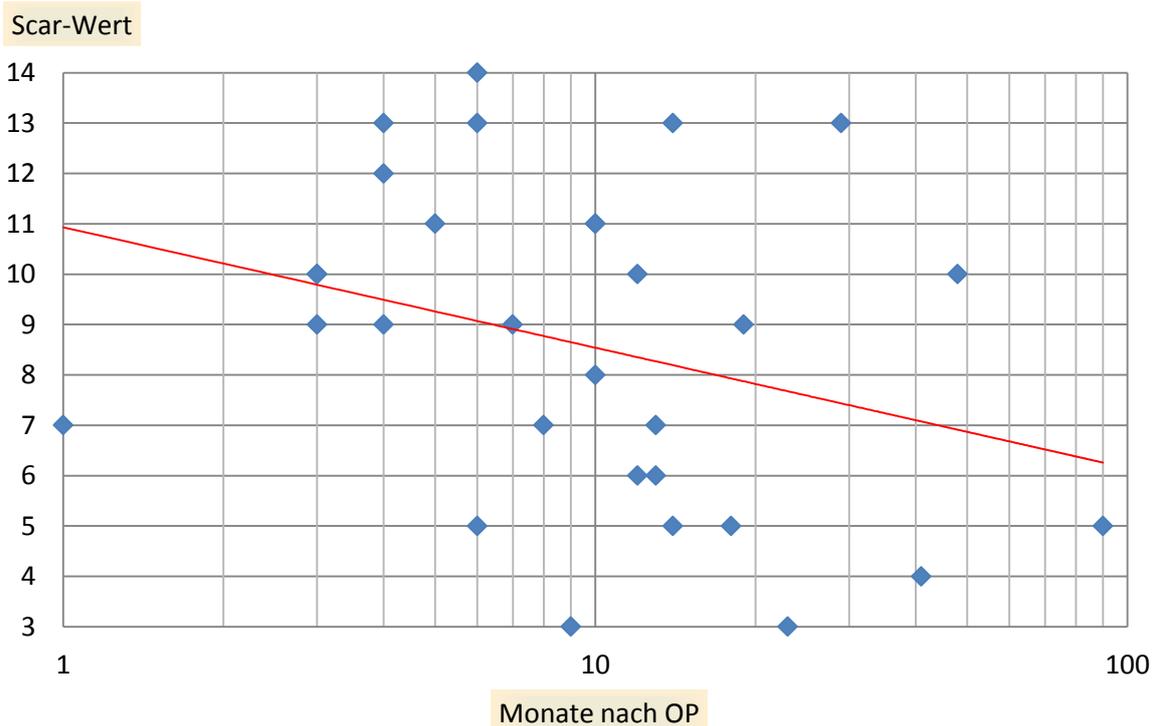


Abb. 21 Scar-Wert der Narbe im Bereich des ventralen Unterarms

Messwerte bei den 30 untersuchten Patienten in Reihenfolge nach dem Zeitpunkt der Untersuchung (in Blau). Die Trendlinie (in Rot) zeigt die tendenzielle Abnahme des Scar-Werts über die Zeit.

Der Scar-Wert variierte bei den 30 untersuchten Patienten zwischen 3 und 14, bei einem durchschnittlichen Wert von 8,6. Es lag eine Abnahme des Scar-Werts über die Zeit vor: Der Scar-Wert der bis zu einem Jahr alten Narben lag im Durchschnitt bei 9,5, der Scar-Wert der restlichen Narben bei 7,4.

3.2.3 Entnahmeregion der Vollhaut

Der Entnahmedefekt des Radialislappens war bei 26 der 30 untersuchten Patienten mit einem freien Vollhauttransplantat verschlossen worden. Spenderregion der Vollhaut war in 25 Fällen die Leistengegend und bei einem Patienten der Bereich des Unterschenkels.

Die Narbenlänge in der Entnahmeregion der Vollhaut variierte zwischen 4 und 15 cm, bei einem durchschnittlichen Messwert von 9 cm. Die Bewertung der Narbe nach dem Vancouver-Scar-Scale ergab folgende Werte (Abb. 22):

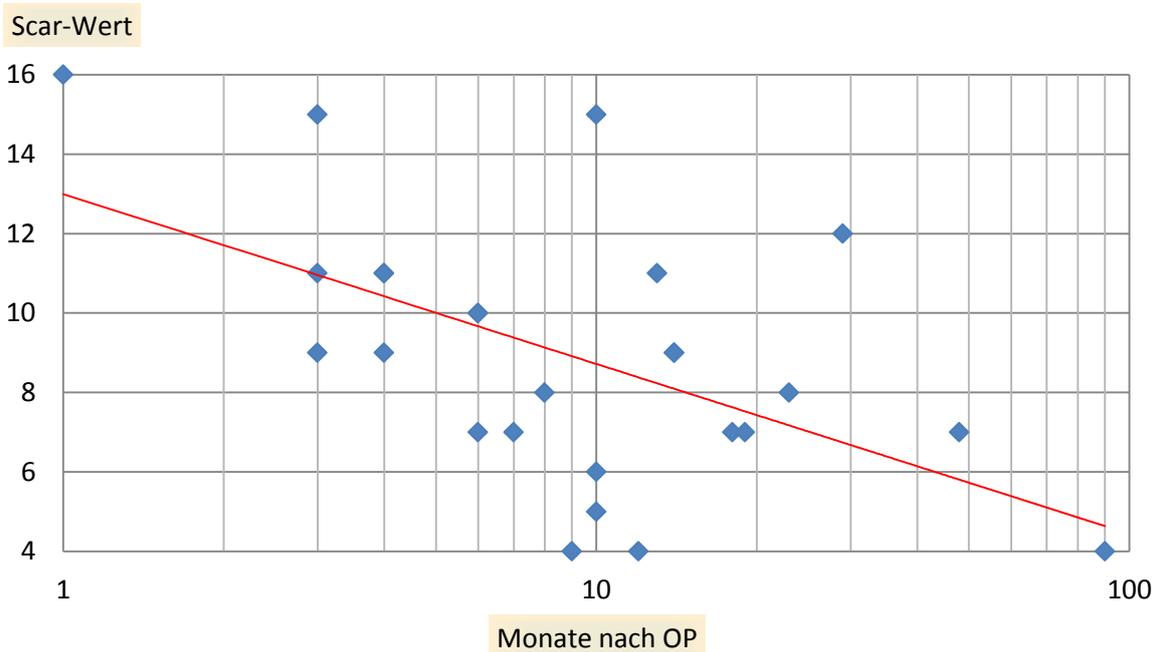


Abb. 22 Scar-Wert der Narbe in der Entnahmeregion der Vollhaut

Messwerte bei den 26 mit Vollhauttransplantaten versorgten Patienten in Reihenfolge nach dem Zeitpunkt der Untersuchung (in Blau). Die Trendlinie (in Rot) zeigt die tendenzielle Abnahme des Scar-Werts über die Zeit.

Der Scar-Wert variierte bei den 26 Patienten zwischen 4 und 16, bei einem durchschnittlichen Wert von 8,9.

Es lag eine Abnahme des Scar-Werts über die Zeit vor: Der Scar-Wert der bis zu einem Jahr alten Narben lag im Durchschnitt bei 9,6, der Scar-Wert der restlichen Narben lag im Durchschnitt bei 7,8.

3.3 Subjektive Einschätzung durch die Patienten

Die Patientenbefragung bezüglich der Zufriedenheit mit dem Operationsergebnis fiel folgendermaßen aus (Abb. 23).

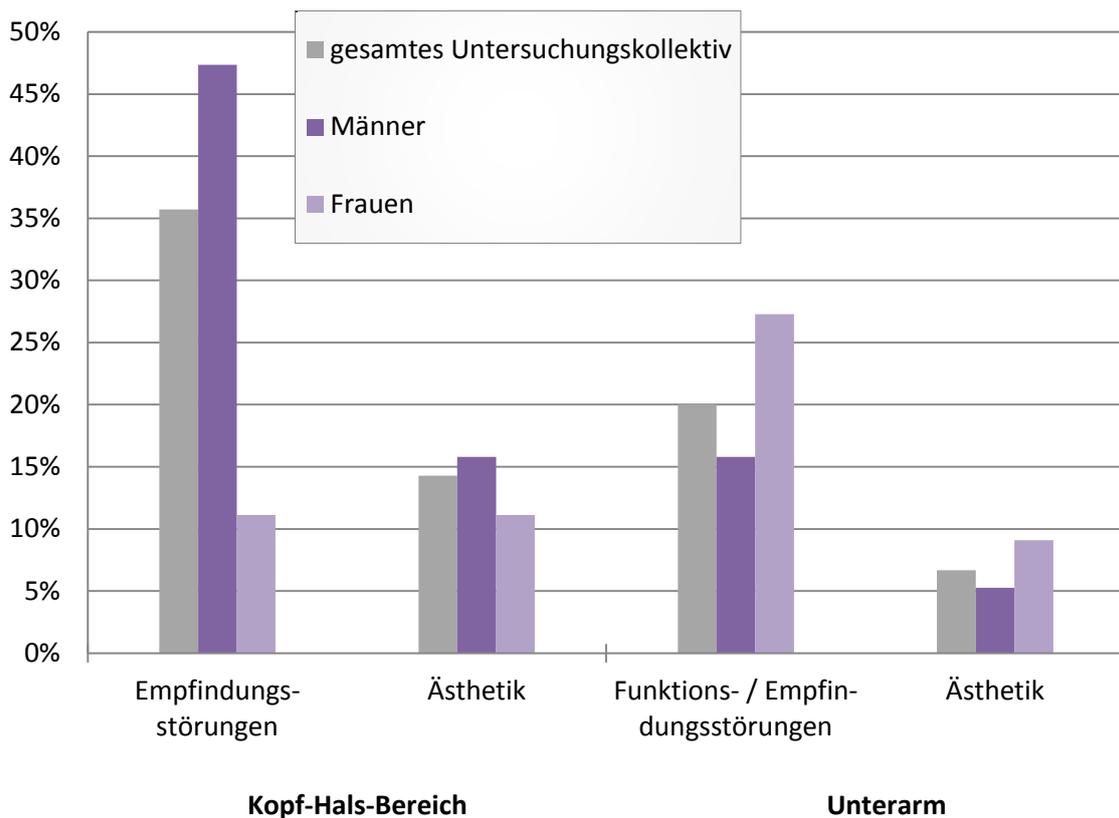


Abb. 23 Subjektive Beschwerden im Untersuchungskollektiv: Übersicht
Einteilung nach Lokalisation und Ursache der Beschwerden. Gesamt- und geschlechterspezifische Werte. Details s. Text.

Insgesamt gaben 15 (50 %) der 30 befragten Patienten Beschwerden bezüglich der Operationsergebnisse an, im Sinne von subjektiven Empfindungsstörungen im Bereich des Radialislappens, Funktions- und Empfindungsstörungen im Bereich des Entnahmearms, und/oder Unzufriedenheit mit dem ästhetischen Ergebnis der Operation.

Die Beschwerden beschränkten sich auf den Kopf-Hals-Bereich und/oder die Entnahmeregion des Radialislappens; bezüglich der Entnahmeregion der Vollhaut wurden keinerlei Beschwerden angegeben.

Die Auswertung der subjektiven Beschwerden, wie auf S. 30 beschrieben, ergab für das Untersuchungskollektiv eine deutliche Abnahme der Häufigkeit der Beschwerden über die Zeit (Abb. 24).

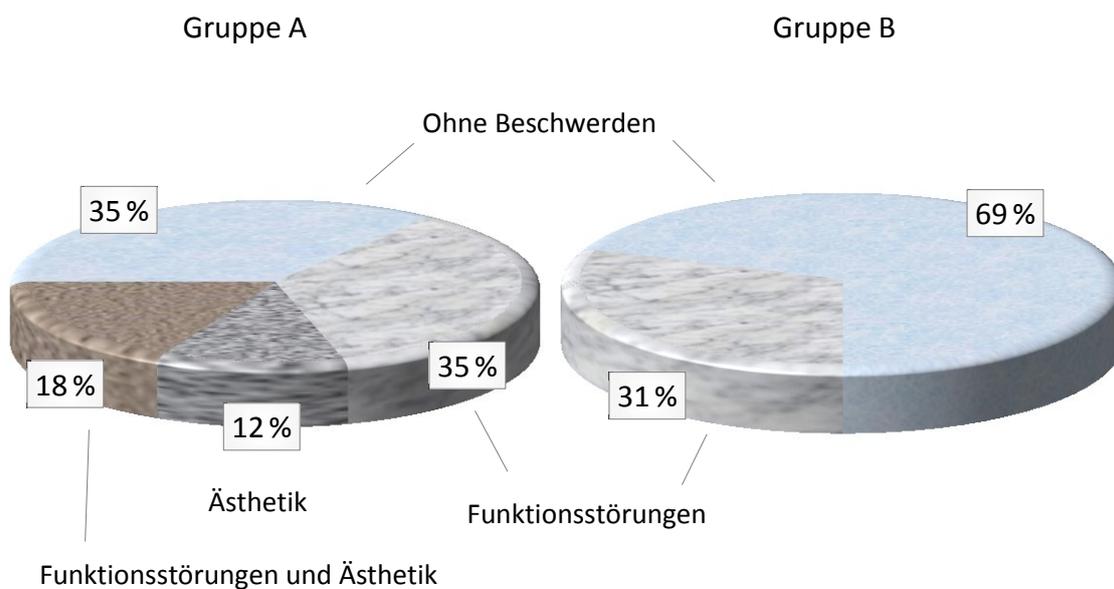


Abb. 24 Subjektive Beschwerden im Untersuchungskollektiv über die Zeit

Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text). Prozentualer Anteil der Patienten ohne bzw. mit Beschwerden. Ursache der Beschwerden.

So äußerten 59 % der Patienten, welche früher als ein Jahr postoperativ befragt wurden (Gruppe A in Abb. 24), Beschwerden im Kopf-Hals-Bereich, gegenüber

lediglich 18 % der Patienten, welche 12 Monate nach der Operation oder später befragt wurden (Gruppe B in Abb. 24). Im Bereich des Entnahmemarms klagten 24 % der erst kürzlich operierten Patienten über das Operationsergebnis, während dies in der anderen Gruppe lediglich 15 % taten.

3.3.1 Kopf-Hals-Bereich

Im Kopf-Hals-Bereich wurden folgende Beschwerden geäußert:

Der einen Monat postoperativ untersuchte Patient klagte über ein Fremdkörpergefühl im Bereich des Radialislappens; weitere intraorale Empfindungsstörungen waren Schmerzen und/oder brennendes Gefühl. Über das ästhetische Ergebnis der Operation klagten nur wenige Patienten (vgl. Abb. 23 auf S. 50).

Tab. 4 bietet eine Übersicht über die subjektiven Empfindungsstörungen im Bereich des Radialislappens, sowie über die Beurteilung des ästhetischen Operationsergebnisses im Kopf-Hals-Bereich. Die Ergebnisse der Befragung sind, wie auf S. 30 beschrieben, nach dem Zeitpunkt der Untersuchung zusammengefasst; zur Gruppe A gehören die Patienten, welche bis zu einem Jahr nach der Operation befragt wurden, und die Gruppe B umfasst die Patienten, welche 12 Monate postoperativ oder später befragt wurden.

Tab. 4 **Subjektive Beschwerden im Bereich des Radialislappens**

Ergebnisse der Patientenbefragung. Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text).

Beschwerden	Gruppe	Sehr	Mäßig	Wenig	Überhaupt nicht:
Schmerzen / Brennen	A	18 %	29 %	0 %	53 %
	B	9 %	9 %	0 %	82 %
Narbe stört in ästhetischer Hinsicht	A	12 %	12 %	0 %	76 %
	B	0 %	0 %	0 %	100 %

Es wurden auch weitere Beschwerden geäußert, welche jedoch den Radialis-
lappen nicht direkt betrafen. Beispielsweise klagte die Hälfte der befragten Pati-
enten über einen trockenen Mund. Diese Beschwerde korrelierte in 85 % der
Fälle mit einer vorausgegangenen Radiotherapie der Tumorerkrankung. Weite-
re Beschwerden sind in Tab. 5 aufgeführt.

Tab. 5 Weitere subjektive Beschwerden im Kopf-Hals-Bereich

Ergebnisse der Patientenbefragung. Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text).

Probleme hinsichtlich...	Gruppe	Sehr	Mäßig	Wenig	Überhaupt nicht:
... der Mundöffnung	A	6 %	12 %	17 %	65 %
	B	0 %	18 %	18 %	64 %
... des Mundschlusses	A	0 %	12 %	12 %	76 %
	B	0 %	0 %	9 %	91 %
... des Geschmackssinns	A	23 %	12 %	6 %	59 %
	B	9 %	9 %	27 %	55 %
... des Zahnstatus bzw. der Kau- fähigkeit	A	23 %	6 %	6 %	65 %
	B	9 %	0 %	0 %	91 %
...der Schluckfähigkeit	A	6 %	0 %	12 %	82 %
	B	9 %	0 %	9 %	82 %
... der Verständlichkeit der Spra- che	A	17 %	18 %	12 %	53 %
	B	9 %	9 %	18 %	64 %

Aus den Tab. 4 und 5 wird ersichtlich, dass von den Patienten mit länger zurückliegender Operation insgesamt weniger bzw. geringere subjektive Beschwerden geäußert wurden, als in der Gruppe der Patienten, welche erst vor weniger als einem Jahr operiert worden waren.

Die Beurteilung der Sprachverständlichkeit durch den Untersucher ergab für die bis zu einem Jahr postoperativ befragten Patienten bei 6 % starke, bei weiteren 6 % mäßige, bei 12 % geringe und bei 76 % keine Verständnisschwierigkeiten. Von den 12 Monate postoperativ oder später befragten Patienten lagen bei 9 % geringe und bei 91 % keine Verständnisschwierigkeiten vor.

Somit war auch für das postoperative Artikulationsvermögen eine Besserung über die Zeit zu verzeichnen.

Auch die Befragung hinsichtlich der oralen Nahrungszufuhr bzw. der Art der aufgenommenen Nahrung ergab im Untersuchungskollektiv eine Besserung der Qualität der Nahrungszufuhr über die Zeit:

Beim Patienten, der einen Monat nach der Operation untersucht wurde, war die orale Nahrungszufuhr noch nicht wieder möglich, weshalb eine perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG) notwendig war.

Fünf (18 %) der 28 Patienten gaben an, dass sie auf die Zufuhr flüssiger Nahrung angewiesen wären. Vier dieser Patienten klagten über ihren mangelhaften Zahnstatus, indem sie die subjektive Belastung durch die fehlenden Zähne als „sehr (groß)“ einstufen (s. Tab. 5 auf S. 52). In allen dieser fünf Fälle lag die Operation weniger als ein Jahr, im Durchschnitt 4 Monate zurück.

Vier (14 %) der 28 Patienten gaben an, dass sie auf die Zufuhr passierter Nahrung angewiesen wären. In einem dieser Fälle war vor kurzem eine Distraktions-OP erfolgt. In den restlichen drei Fällen lag die Operation 5, 13 bzw. 18 Monate zurück. Zwei dieser Patienten klagten über eine Belastung durch mangelhaften Zahnstatus (s. o.) mit „sehr“ bzw. „mäßig“; der dritte Patient klagte über eine mäßige Einschränkung der Mundöffnung.

Die restlichen 18 (64 %) der 28 Patienten waren bereits wieder in der Lage, feste Nahrung einzunehmen, wobei es sich um 59 % vs. 73 % der früh bzw. spät postoperativ befragten Patienten handelte.

3.3.2 Unterarm

Die in der Entnahmeregion des Radialislappens geäußerten Beschwerden sind in Tab. 6 aufgeführt und, wie auf S. 30 beschrieben, nach dem Zeitpunkt der Untersuchung zusammengefasst; Gruppe A = Patienten, welche bis zu einem Jahr nach der Operation befragt wurden, und Gruppe B = Patienten, welche 12 Monate postoperativ oder später befragt wurden.

Tab. 6 Subjektive Beschwerden im Bereich des Unterarms

Ergebnisse der Patientenbefragung. Gegenüberstellung der Gruppen A und B (s. Text).

Beschwerden	Gruppe	Sehr	Mäßig	Wenig	überhaupt nicht
Schmerzen	A	12 %	6 %	0 %	82 %
	B	8 %	8 %	0 %	84 %
Juckreiz	A	0 %	6 %	0 %	94 %
	B	0 %	0 %	0 %	100 %
Funktionseinschränkung	A	12 %	0 %	0 %	88 %
	B	8 %	0 %	0 %	92 %
Narbe stört in ästhetischer Hinsicht	A	6 %	6 %	0 %	88 %
	B	0 %	0 %	0 %	100 %

Wie die Tab. 6 zeigt, wurden auch in der Entnahmeregion des Radialislappens von den Patienten mit länger zurückliegender Operation insgesamt weniger bzw. geringere Beschwerden geäußert, als in der Gruppe der Patienten, welche erst vor weniger als einem Jahr operiert worden waren.

4. Diskussion

Das Verfahren der mikrochirurgischen Transplantation des Radialislappens wurde 1978 in der Volksrepublik China entwickelt. Dr. YANG Goufan und Mitarbeiter vom Shenyang Military Hospital berichteten 1981 in der chinesischen Fachliteratur erstmals über die Anwendung dieser Methode im Rahmen rekonstruktiv-chirurgischer Eingriffe.⁸³

1983 beschrieben SOUTAR und Kollegen vom Canniesburn Hospital in Glasgow, Schottland, erstmals den intraoralen Einsatz des Radialislappens.⁶⁶

1994 wurde die Technik der Deckung des Entnahmedefekts mit frei transplan-
tierter Vollhaut von SLEEMAN et al.⁶⁴ sowie von GAUKROGER et al.²⁶ vorge-
stellt.

Mittlerweile gilt die mikrochirurgische Transplantation des Radialislappens als eine etablierte Standardmethode für die Rekonstruktion orofazialer Weichgewebsdefekte, und der Verschluss des Entnahmedefekts mit einem freien Vollhauttransplantat gehört bereits an vielen Kliniken ebenfalls zum Standardprozedere.

Dieses komplexe und vielseitige Verfahren wird in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen aus verschiedenen Blickwinkeln beleuchtet. Zielsetzung und Studiendesign variieren dabei von Autor zu Autor, so dass ein Vergleich der Ergebnisse zweier Studien trotz scheinbar ähnlicher Thematik nicht immer gelingt.

Unsere retrospektive klinische Studie erfolgte an 50 Patienten der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg, welche im Zeitraum 2000 – 2009 der Rekonstruktion von Kopf-Hals-Defekten mittels Radialislappens unterzogen worden waren.

Die häufigste Indikation für derartige operative Eingriffe stellen maligne Tumoren dar. Dies war bei 96 % unserer Patienten der Fall, und trifft für die meisten einschlägigen Studien ebenfalls zu, beispielsweise bei SOUTAR & McGREGOR (1986) in 97 % der Fälle, sowie bei EVANS et al. (1994) in 90 % der Fälle.

Meist handelt es sich bei den malignen Tumoren um Plattenepithel-Karzinome, so auch bei 86 % unserer Patienten. Ähnliche Angaben (83 %, 94 % bzw. 93 %) findet man bei EVANS et al. (1994), ZUIDAM et al. (2005) bzw. KARIMI et al. (2007). BIGLIOLI et al. (2006) sowie RIEGER et al. (2007) untersuchten ausschließlich wegen dieses Malignoms operierte Patienten.

Das Plattenepithel-Karzinom der Mundhöhle und der Lippen macht beim Menschen ca. 2 % aller Malignome aus. Risikofaktoren sind vor allem Nikotin- und Alkoholabusus, schlechte Mundhygiene, höheres Alter und männliches Geschlecht.⁵⁹

Dies erklärt die Alters- und Geschlechtsverteilung in den Patientenkollektiven der einschlägigen Studien. Das durchschnittliche Alter unserer Patienten war mit 56 Jahren den meisten Literaturangaben (Variationsbreite 50 – 64 Jahre) ähnlich.^{20, 43}

70 % unserer Patienten waren Männer. Die entsprechenden Literaturangaben variieren, wobei in allen Studien der Männeranteil ebenfalls überwiegt (51 % – 94 %).^{23, 43}

Auch ein regelmäßiger Alkohol- bzw. Nikotinkonsum wurden von 52 % bzw. von 70 % unserer Patienten angegeben.

Obwohl das Plattenepithel-Karzinom im Bereich der Mundschleimhaut ubiquitär vorkommen kann, wird es häufiger in der unteren Mundhöhlenetage, speziell im Bereich des anterioren und seitlichen Mundbodens, retromolar und am Gaumenbogen sowie im Bereich des seitlichen Zungenrandes, beobachtet.⁵⁹

In unserem Patientenkollektiv war die häufigste Lokalisation des transplantierten Radialislappens der Bereich des Mundbodens (44 % der Fälle), gefolgt von Zunge (27 %) und Wange (13 %).

Eine ähnliche Konstellation liegt bei KARIMI et al. (2007) vor: Mundboden (36 %), Zunge (29 %). Bei EVANS et al. (1994) betrug der Anteil im Mundbodenbereich 61 %.

RIEGER et al. (2007) sowie BIGLIOLI et al. (2006) untersuchten ausschließlich im Bereich der Zunge operierte Patienten, während BIGLIOLI & BRUSATI (2008) über die Ergebnisse der Defektdeckung im Bereich der Tonsillenfossa und des weichen Gaumens berichteten.

4.1 Kopf-Hals-Bereich

Die Erfolgsquote nach mikrochirurgischer Transplantation des Radialislappens auf orofaziale Weichgewebsdefekte war bereits bei der Einführung des Verfahrens hoch. SOUTAR & MCGREGOR (1986; Erfolgsquote 90%) berichteten über signifikant mehr Transplantatverluste bei weiblichen als bei männlichen Patienten. Eine mögliche Ursache dafür sahen die Autoren in der bei Frauen schwierigeren Lappenhebung aufgrund der dickeren subkutanen Fettgewebsschicht. Deshalb wurde in der Publikation darauf hingewiesen, die Lappenhebung bei Frauen besonders sorgfältig durchzuführen.⁶⁵

In unserem Patientenkollektiv wurden in 4% der Fälle Totalverluste des Radialislappens dokumentiert, was einer Erfolgsquote von 96% entspricht. Die Verluste traten bei weiblichen Patienten auf.

Weitere Angaben über die Erfolgsquote findet man bei VAUGHAN (1990; 92%), FERRING (2007; 94%) sowie bei KARIMI et al. (2007; 95%).

Bei EVANS et al. (1994) betrug die Erfolgsquote trotz 4,5% Totalverlusten insgesamt 97%, da ein Teil der Patienten mit Totalverlust einen zweiten Radialislappen erhielt. Auch bei SWANSON et al. (1990) sowie bei AVERY (2007) betrug die Erfolgsquote jeweils 97%. WEBSTER & ROBINSON (1995) sowie LUTZ et al. (1999) gaben eine Erfolgsquote von 98% an.

Eine Erfolgsquote von 100% wurde von AVERY et al. (2001), BELLI et al. (1999), BIGLIOLI & BRUSATI (2008), ITO et al. (2005), LEE et al. (2005) sowie von VRIENS et al. (1996) angegeben.

Zu einem Teilverlust des Radialislappens kam es bei 4% unserer Patienten, jeweils bei Vorliegen von Alkohol- und Nikotinabusus. Die Teilverlustquote betrug bei EVANS et al. (1994) 0,6%, und bei LUTZ et al. (1999) 1%.

FERRING (2007; 1,9% Teilverluste) berichtete über einen Verlust des Gefäßstiels, mit Rettung bzw. Verwendung des Lappens als freies Hauttransplantat. Bei BELLI et al. (1999) gab es eine partielle Lappennekrose in 12% der Fälle.

Eine Revision der Mikroanastomose im Rahmen eines Zweiteingriffs, mit Thrombektomie und Neuanastomosierung, wurde bei 4% unserer Patienten

erforderlich. Diese Komplikation wird auch von LUTZ et al. (1999; in 2 % der Fälle), SWANSON et al. (1990; 3%), VRIENS et al. (1996; 5%), BELLI et al. (1999; 6 %) sowie von VAUGHAN (1990; 12,5 %) angegeben.

Eine Thrombektomie mit Rettung des Lappens findet man bei AVERY (2007; 1,7 % der Fälle) sowie bei BIGLIOLI & BRUSATI (2008; 8 %).

Somit entsprechen in der Empfängerregion des Radialislappens die in unserer Studie dokumentierten Heilungsergebnisse den durchschnittlichen Literaturangaben, laut welchen die Erfolgsquote für die Einheilung des Radialislappens zwischen 90 % und 100 % liegt.

Neben der regelrechten Einheilung des Transplantats ist in der Fachliteratur vor allem das Ausmaß der langfristigen Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik in der orofazialen Region von Interesse. Eine Nachuntersuchung der Empfängerregion unter derartigen Aspekten findet sich in den in Tab. 7 (auf der folgenden Seite) aufgeführten Studien. In diesen Publikationen wird primär zum Erfolg der Resensibilisierung des Radialislappens Stellung genommen. Dabei wird zwischen innervierten und nicht innervierten Transplantaten unterschieden. In einigen Studien werden beide Methoden miteinander verglichen.

Unseren Patienten wurde der mikrochirurgisch nicht innervierte Radialislappen transplantiert. Diese Technik ist mit einem erheblich geringeren operativen Aufwand verbunden als die neurofasziokutane Transplantation, und bringt gute Ergebnisse. VESPER et al. (2002) gaben für innervierte und nicht innervierte Transplantate sogar ähnliche Resultate der Sensibilitätstests an.

In den übrigen Publikationen zum Vergleich des Resensibilisierungserfolgs schneidet der innervierte Radialislappen besser ab. So berichteten z. B. KIM et al. (2008) über eine signifikant bessere Resensibilisierung der innervierten Transplantate hinsichtlich aller getesteten Empfindungsqualitäten. Allerdings scheint der Resensibilisierungserfolg der neurofasziokutanen Transplantation den mit dieser Technik verbundenen erheblichen operativen Mehraufwand nicht zu rechtfertigen.

Zudem liegt in etlichen Publikationen der nicht innervierte Radialislappen hinsichtlich des Resensibilisierungserfolgs zwar hinter dem neurofasziokutanen

Transplantat zurück, allerdings sind die Unterschiede nicht selten von geringem Ausmaß. Eine Rückkehr der jeweiligen Empfindungsqualität wird in vielen Studien mit Nachuntersuchung nicht innervierter Transplantate lediglich in 10 – 20 % der Fälle seltener beobachtet als in den Studien mit Nachuntersuchung des neurofasziokutanen Radialislappens.

Einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis der neurofasziokutanen Transplantation spielt sicher die Erfahrung des Operateurs in der Mikronerven Chirurgie.

Tab. 7 Studien mit Nachuntersuchung des Radialislappens

Anordnung nach der Größe des Patientenkollektivs (Anzahl der Patienten). Einteilung nach der Thematik (Art der untersuchten Transplantate, s. Text).

Autor (Publikationsjahr)	nicht innervierter Radialislappen	innervierter vs. nicht innervierter Radialislappen	innervierter Radialislappen
LOEWEN et al. (2010)			8
NETSCHER et al. (2000)		12	
KATOU et al. (1995)		13	
BIGLIOLI et al. (2006)		16	
KURIAKOSE et al. (2001)			17
BOYD et al. (1994)		18	
VESPER et al. (2002)		19	
BAUMANN et al. (1996)	20		
KIM et al. (2008)		27	
SANTAMARIA et al. (1999)			28
VRIENS et al. (1996)	40		
LVOFF et al. (1998)	40		
KERAWALA et al. (2006)	50		
FERRING (2007)	51		
BOZEC (2009)	132		

Ein wertender Vergleich der Ergebnisse der in Tab. 7 aufgeführten Studien ist schwierig, da zum Einen die in den verschiedenen Studien erzielten Werte einander recht ähnlich sind, zum Anderen wesentliche Einflussfaktoren, wie etwa der Zeitpunkt der Nachuntersuchung oder wichtige Begleiterkrankungen, nicht für das gesamte Patientenkollektiv der jeweiligen Studie einheitlich sind, sondern von Patient zu Patient variieren.

Im Durchschnitt wurden unsere Patienten 15,9 (1 – 90) Monate postoperativ, diejenigen von KERAWALA et al. (2006) – 38 (15 – 71) Monate postoperativ, und die Patienten von LVOFF et al. (1998) – 47 (7 – 108) Monate postoperativ untersucht.

In unserem Untersuchungskollektiv lagen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei 18 % der Patienten alle getesteten Empfindungsqualitäten – Wärme-, Kälte-, Schmerz- und Berührungsempfindung sowie die 2-Punkt-Diskrimination – im Bereich des Transplantats vor. Bei LVOFF et al. (1998) sowie KERAWALA et al. (2006) war dies in 13 % der Fall.

Zu den Patienten, bei denen alle von uns getesteten Qualitäten der Resensibilisierung vorlagen, gehörten 27 % der Patienten, die ein Jahr postoperativ oder später nachuntersucht wurden, gegenüber nur 12 % der Patienten, die bis zu einem Jahr postoperativ nachuntersucht wurden. Somit wurden im Durchschnitt bessere Ergebnisse beobachtet, wenn mehr Zeit nach der Operation vergangen war. Bei LVOFF et al. (1998) und KERAWALA et al. (2006) bestand hingegen keine signifikante Korrelation zwischen Resensibilisierungserfolg und Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

FERRING (2007) gab wiederum eine signifikante Verbesserung der Resensibilisierung über die Zeit an. In dieser Studie wurde eine Resensibilisierung der gesamten Transplantatfläche in 27 % der Fälle festgestellt. VRIENS et al. (1996) gab eine Resensibilisierung (im Sinne von Vorliegen aller getesteten Qualitäten) von mindestens 2/3 der Transplantatfläche in 37,5 % der Fälle an. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag in diesen beiden Studien durchschnittlich 21 (1 – 76) bzw. 38 (6 – 132) Monate postoperativ.

Bei weiteren 68 % unserer Patienten lag mindestens eine der getesteten Empfindungsqualitäten vor. Bei LVOFF et al. (1998) traf dies für 67 %, und bei

KERAWALA et al. (2006) – für 56 % der nachuntersuchten Patienten zu. VRIENS et al. (1996) gaben eine teilweise Resensibilisierung der Transplantatfläche in 52,5 % der Fälle an.

Schließlich konnte bei 14 % unserer Patienten keine Empfindung im Bereich des Transplantats ausgelöst werden. Eine solche Anästhesie der gesamten Transplantatfläche wurde von VRIENS et al. (1996) für 10 %, von LVOFF et al. (1998) für 20 %, und von KERAWALA et al. (2006) für 36 % des Patientenkollektivs angegeben.

Eine 2-Punkt-Diskrimination im Bereich des Transplantats wurde bei 18 % der von uns nachuntersuchten Patienten festgestellt. Bei FERRING (2007) betrug der entsprechende Anteil 31 %, bei LVOFF et al. (1998) – 34 %, und bei VRIENS et al. (1996) – 37,5 %.

BIGLIOLI et al. (2006) gaben für innervierte vs. nicht innervierte Radialislapen eine 2-Punkt-Diskrimination im zentralen Bereich des Transplantats in 57,1 vs. 45,5 % der Fälle, und in der Transplantatperipherie in 45,5 vs. 28,6 %.

Der 2-Punkt-Diskriminationstest dient zur Feststellung des räumlichen Auflösungsvermögens der Oberflächensensibilität. Dieses ist in den einzelnen Körperregionen sehr unterschiedlich und proportional der Dichte der Rezeptoren. Entsprechend der hohen Rezeptordichte in der Mundhöhle beträgt die physiologische 2-Punkt-Diskriminationsschwelle an der Zungenspitze 1 – 8 mm, und am Mundboden 3 – 10 mm. Die Rezeptordichte nimmt mit fortschreitender Resensibilisierung zu. Somit ist die 2-Punkt-Diskrimination ein wichtiges Kriterium um den funktionellen Erfolg der Resensibilisierung zu objektivieren. Die präzise Lokalisation oraler Sekrete und Nahrungspartikel bestimmt den Erfolg von Kauen und Schlucken wesentlich mit.^{36, 61}

Die 2-Punkt-Diskriminationsschwelle lag in unserem Patientenkollektiv durchschnittlich bei 2,64 cm im Bereich des Transplantats, bzw. bei 1,36 cm im Kontrollbereich (intakte Mundschleimhaut). KURIAKOSE et al. (2001) gaben für innervierte Radialislapen eine 2-Punkt-Diskriminationsschwelle von 1,2 cm an, und für den Kontrollbereich 0,9 cm.

Für den neurofasziokutanen Radialislapen gaben SANTAMARIA et al. (1999) hinsichtlich der 2-Punkt-Diskrimination keinen signifikanten Unterschied zum

Kontrollbereich, während LOEWEN et al. (2010) beim Vergleich mit der Kontrollgruppe (gesunde Patienten) hinsichtlich der 2-Punkt-Diskrimination über signifikante Unterschiede im Bereich des Transplantats berichteten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nach mikrochirurgischer Transplantation des nicht innervierten Radialislappens auf orofaziale Weichgewebdefekte, bei der Mehrheit der nachuntersuchten Patienten (je nach Studie 52,5 – 68 %) eine zumindest teilweise Resensibilisierung des Transplantats zu beobachten ist.

Bei einem kleineren Teil der Patientenkollektive (13 – 37,5 %) werden alle getesteten Empfindungsqualitäten beobachtet, während in 10 – 36 % der Fälle der transplantierte Radialislappen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung komplett asensibel ist.

In den zitierten Studien wurden die Patienten nach durchschnittlich 34 (15,9 – 47) Monate postoperativ nachuntersucht. In den meisten Studien liegt eine Korrelation zwischen Ausmaß des Resensibilisierungserfolgs und Zeitpunkt der Nachuntersuchung vor.

Im Vergleich zum neurofasziokutanen Radialislappen schneidet das nicht innerierte Transplantat hinsichtlich des Resensibilisierungserfolgs zwar schlechter ab, jedoch noch hinreichend gut – und wird dafür mit einem erheblich geringeren operativen Aufwand transplantiert.

Der Nachuntersuchung des Radialislappens folgte die Befragung unserer Patienten nach ihrer subjektiven Einschätzung des Operationsergebnisses in funktioneller und ästhetischer Hinsicht.

Wichtige Parameter für den Erfolg der postoperativen Rehabilitation bzw. für den Patientenkomfort sind die Art der Nahrungszufuhr bzw. wie schnell von PEG auf orale Nahrungszufuhr umgestellt werden kann, sowie die Konsistenz der oral zugeführten Nahrung. Während dies in der unmittelbar postoperativen Phase durch Schwellung, eingeschränkte Mundöffnung etc. bestimmt wird, spielen längerfristig Zahnstatus, Kau- und Schluckfähigkeit eine wesentliche Rolle.

Die durchschnittliche *Mundöffnung* in unserem Patientenkollektiv betrug 35 (15 – 50) mm. BIGLIOLI und BRUSATI (2008) gaben 15 Monate postoperativ eine durchschnittliche Mundöffnung von 33 (8 – 48) mm an.

BOZEC et al. (2009) berichteten 6 Monate postoperativ über eine normale Mundöffnung in 31% der Fälle, eine leicht eingeschränkte Mundöffnung (jedoch > 2 Querfinger) in 55% der Fälle, eine mäßig eingeschränkte bzw. 1-2 Querfinger breite Mundöffnung in 13% der Fälle, sowie eine stark eingeschränkte Mundöffnung (bzw. <1 Querfinger) in 1% der Fälle.

In unserem Untersuchungskollektiv war zum Zeitpunkt der Befragung die *orale Nahrungszufuhr* bei 4 % der Patienten (und hier lag die Operation erst 1 Monat zurück) nicht möglich. Derselbe Wert wurde auch von BOZEC et al. (2009) angegeben, allerdings 6 Monate postoperativ.

Achtzehn Prozent unserer Patienten waren zum Zeitpunkt der Befragung immer noch auf die Zufuhr flüssiger, und 14 % auf die Zufuhr passierter Nahrung angewiesen, während 64 % bereits die Zufuhr fester Nahrung angaben. Die entsprechenden Werte betragen bei STARK et al. (1998) jeweils 3 %, 22 % bzw. 63 %, und bei BOZEC et al. (2009) 9 %, 63 % bzw. 24 %. In dieser Studie wurden alle Patienten bereits 6 Monate postoperativ nachuntersucht, was möglicherweise eine Erklärung bietet für den hohen Anteil an Patienten, welche (noch) auf die Zufuhr passierter Nahrung angewiesen waren.

Für das Kauvermögen sind sowohl das Ausmaß der Resensibilisierung des Transplantats, d. h. die Fähigkeit, orale Sekrete und Nahrungspartikel präzise zu lokalisieren (vgl. S. 61), als auch weitere postoperative zahnärztliche Eingriffe zur Verbesserung des Zahnstatus, von Bedeutung.

In unserem Untersuchungskollektiv lag die Operation bei den Patienten, welche die Zufuhr flüssiger Nahrung angaben, im Durchschnitt lediglich vier Monate zurück. Zusätzlich äußerten 80 % dieser Patienten starke Beschwerden hinsichtlich ihres mangelhaften Zahnstatus (im Sinne eines stark reduzierten bis zahnlosen Gebisses). Bei den Patienten, welche eine Zufuhr passierter Nahrung angaben, lagen in 75 % der Fälle ebenfalls plausible Erklärungen vor, nämlich eine vor kurzem erfolgte Distraktions-Operation sowie starke bzw. mäßige Beschwerden über den Zahnstatus.

Auch bei RIEGER et al. (2007) war der Zahnstatus für die Konsistenz der oral zugeführten Nahrung (flüssig oder passiert) ausschlaggebend.

Bei BIGLIOLI und BRUSATI (2008) war 15 Monate postoperativ (was in etwa dem durchschnittlichen Zeitpunkt entspricht, zu welchem die Befragung unserer Patienten erfolgte) bereits in 83 % der Fälle die orale Zufuhr fester Nahrung möglich.

BIGLIOLI et al. (2006) verglichen, wie bereits erwähnt, die neurofasziokutane mit der rein fasziokutanen Transplantation. Die Patientenangaben fielen 19,8 Monate postoperativ folgendermaßen aus: 67 vs. 57 % Zufuhr fester Nahrung, 33 vs. 29 % Zufuhr passierter Nahrung, 0 vs. 14 % Zufuhr flüssiger Nahrung.

Auch nach Wiedererlangen des Kauvermögens können weitere postoperative funktionelle Beschwerden persistieren, etwa *Schluckstörungen*. Ausgedehnte resective Eingriffe im Bereich des Mundbodens und der Zunge, bzw. des Gaumens, können Störungen der am Schluckvorgang beteiligten Strukturen, insbesondere der Zungen- und Mundbodenmuskulatur, hervorrufen.

Die Häufigkeit des Verschluckens wurde durch 7 % unserer Patienten mit „sehr“, durch weitere 14 % mit „wenig“ bzw. durch den Rest mit „Überhaupt nicht“ bewertet.

BIGLIOLI et al. (2006) gaben für innervierte vs. nicht innervierte Transplantate ein regelrechtes Schluckvermögen in 61 vs. 57 % der Fälle, bzw. deutliche Schwierigkeiten beim Schluckakt in 0 vs. 29 %.

Eine weitere mögliche Folge ausgedehnter resectiver Eingriffe an den oralen Weichgeweben, wie auch eines mangelhaften Frontzahnstatus, ist die Beeinträchtigung des *Artikulationsvermögens*.

Von besonderer Bedeutung für das postoperative Artikulationsvermögen ist das Ausmaß der Einschränkung bzw. des Wiedererlangens der motorischen Zungenfunktion, etwa nach Zungenteilresektionen. Das Ausmaß des intraoperativ gesetzten Schadens wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst: Sowohl die Tumorlokalisierung und –ausdehnung, auf welche der Operateur keinen Einfluss hat, als auch die sorgfältige bzw. schonende Präparation in der Nähe motorischer Nerven, sind von Bedeutung.

In unserem Untersuchungskollektiv ergab die Beurteilung der Sprachverständlichkeit durch den Untersucher bei jeweils 3,5 % der Patienten starke bzw. mäßige Verständnisprobleme, sowie bei 11 % geringe und bei 82 % keine Schwierigkeiten.

BOZEC et al. (2009) gaben in 2 % der Fälle starke, in 18 % mäßige, in 48 % geringe bzw. in 32 % keine Verständnisprobleme an. STARK et al. (1998) berichteten hinsichtlich der Sprachverständlichkeit über keine Beeinträchtigung bei 70 % der Patienten, über verständliche, jedoch leicht verschwommene Sprache bei 26 %, bzw. über Näseln in 2 %.

Insgesamt äußerten die von uns befragten Patienten hinsichtlich der oralen Nahrungszufuhr, der Kau- und Schluckfähigkeit sowie der Sprachverständlichkeit deutlich weniger Beschwerden, wenn die Operation zum Zeitpunkt der Befragung bereits 12 Monate oder länger zurücklag.

Auch in *ästhetischer Hinsicht* lag eine solche Korrelation zwischen der Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis und dem Zeitpunkt der Befragung vor. Es klagten lediglich 14 % unserer Patienten (drei Männer und eine Frau) über das ästhetische Ergebnis der Operation im Kopf-Hals-Bereich, wobei die Operation in allen Fällen nicht länger als 8 Monate zurücklag. In der Hälfte der Beschwerdefälle handelte es sich um eine starke, und in den restlichen Fällen um eine mäßige Unzufriedenheit.

Dies ist ein überdurchschnittliches Ergebnis. Das Patientenkollektiv von BOZEC et al. (2009) beurteilte das kosmetische Ergebnis der Operation in 33 % der Fälle als gut, in 55 % als befriedigend, in 11 % als ausreichend, bzw. in 1 % als mangelhaft.

Bei FERRING (2007) wurde das kosmetische Ergebnis des operativen Eingriffs von 23 % der Patienten als sehr störend, von 7 % als mäßig störend, von 20 % als wenig störend, bzw. von 50 % als nicht störend empfunden.

4.2 Unterarm

In der Entnahmeregion des Radialislappens wurden Komplikationen im Heilungsverlauf bei 4 % unserer Patienten beobachtet – eine Wundinfektion (bei Vorliegen von Alkohol- und Nikotinabusus), welche ohne weitere Komplikationen verheilte, sowie ein Narbenkeloid, welches im Rahmen eines Zweiteingriffs einer Narbenkorrektur unterzogen wurde.

Die Erfolgsquote der Defektdeckung mit frei transplantierter Vollhaut betrug in unserem Patientenkollektiv 100 %, da alle Vollhauttransplantate einheilten und keine schwerwiegenden Komplikationen, wie Sehnenfreilegung oder Sehnenadhäsion, auftraten.

Angaben über die Heilungsergebnisse nach Defektdeckung mit Vollhaut aus der Leistengegend findet man bei ITO et al. (2005) – Einheilungsquote 100%, sowie bei KIM et al. (2007), die über eine Wunddehiszenz an der Entnahmestelle der Vollhaut in 2,5% der Fälle und eine ebensolche an der Entnahmestelle des Radialislappens bei 12,5% der Patienten, mit Sehnenfreilegung bei 5% der Patienten, berichteten.

An dem von VAN DER LEI et al. (1999) untersuchten Patientenkollektiv wurde zum Defektverschluss Vollhaut aus demselben Unterarm proximal des Entnahmedefekts des Radialislappens verwendet. Als vorteilhaft wurden hierbei von den Autoren das einzeitige Verfahren mit insgesamt nur einer (für Radialislappen und Vollhauttransplantat gemeinsamen) Entnahmeregion, die exzellente farbliche Übereinstimmung von Entnahme- und Spenderareal der Vollhaut, sowie das Ausbleiben von spät auftretendem Transplantatversagen, auch über den Beugesehnen, angeführt.

Defektdeckung mit Vollhaut aus demselben Unterarm erfolgte auch in den Studien von AVERY et al. (2005), die über geringe Wunddehiszenzen in 4% der Fälle berichteten, sowie von KARIMI et al. (2007), die eine partielle Nekrose des Vollhauttransplantats bei 16% der Patienten angaben. Hierbei führte in 4% der Fälle der Teilverlust der Vollhaut zur Freilegung der Sehne des M. palmaris longus und zu deren nachfolgender operativer Entfernung.

Hinsichtlich der Heilungsergebnisse in der Entnahmeregion des Radialislap-pens existieren viele Vollhaut mit Spalthaut vergleichende Studien.

LUTZ et al. (1999) gaben bezüglich der Einheilung des freien Hauttransplantats eine höhere Erfolgsquote für die Spalthaut als für die Vollhaut an (98,4 vs. 84 %), sowie 5 Fälle von Teilverlust der Vollhaut (5-35% der Transplantatfläche) gegenüber 1 Fall von Teilverlust der Spalthaut (10% der Transplantatfläche).

Andererseits wurden an der Entnahmestelle der Vollhaut keine Komplikationen beobachtet, während an allen Spalthautentnahmestellen Hypertrophie und Juckreiz der Narbe auftraten.

In der Studie von SIDEBOTTOM et al. (2000) wurde 12 Tage nach Defektdeckung die „graft take rate“ ermittelt, d. h. der Anteil der im Zuge der Einheilung bereits vaskularisierten Transplantatfläche an der gesamten Transplantatfläche. Hinsichtlich dieses Anteils bestand kein signifikanter Unterschied zwischen Voll- und Spalthaut. Auch in der Komplikationsrate nach Defektdeckung an der Entnahmestelle des Radialislappens wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Voll- und Spalthaut beobachtet.

AVERY et al. (2001) berichteten über die komplette Einheilung aller Vollhauttransplantate sowie über den Verlust von 5% der Fläche eines Spalthauttransplantats, was allerdings weniger als 0,5% der gesamten in dieser Studie mit Hauttransplantat gedeckten Fläche entsprach und innerhalb eines Monats nach der Operation verheilt war.

ZUIDAM et al. (2005) gaben keine Kurzzeit-Komplikationen nach Vollhauttransplantation an, gegenüber der partiellen Nekrose eines Spalthauttransplantats (7%). Längerfristig traten Hypergranulation in 7% (Spalthaut) bzw. 5% (Vollhaut) der Fälle, sowie Narbenhypertrophie des Vollhauttransplantats (11%) und partielle oberflächliche Epidermolyse der Vollhaut (11%) auf.

AVERY (2007) gab eine signifikant längere Einheilungsdauer für die Spalthaut als für die Vollhaut an. Auch war die Kontraktion der Vollhaut signifikant geringer als die der Spalthaut.

Diese unterschiedlichen Studienergebnisse, welchen allerdings die insgesamt sehr hohe Erfolgsquote der Defektdeckung, sei es mit Vollhaut oder Spalthaut, gemeinsam ist, lassen keine der beiden Techniken gegenüber der jeweils ande-

ren eindeutig überlegen erscheinen. Vielmehr wird sich jede Klinik je nach Behandlungskonzept, Erfahrung der Operateure usw. auf ein bestimmtes Verfahren spezialisieren, was dann dadurch auch zu besseren Ergebnissen führt. Die Erfolgsquote der Defektdeckung mit frei transplantierte Vollhaut betrug in unserem Patientenkollektiv 100 %.

Andererseits steht dann die jeweils andere Methode als eine sichere Alternative zur Verfügung, auf die in Ausnahmefällen, bedingt z. B. durch individuelle Patientengegebenheiten, zurückgegriffen werden kann. So erfolgte bei 4 % unserer Patienten die Deckung des Entnahmedefekts des Radialislappens mit einem Spalthauttransplantat.

Auch hinsichtlich der langfristigen funktionellen und ästhetischen Ergebnisse in der Entnahmeregion des Radialislappens werden die Vollhaut- und die Spalthautdefektdeckung miteinander verglichen. Die Studien mit Nachuntersuchung des Entnahmearms unter derartigen Aspekten sind in Tab. 8 auf S. 70 aufgeführt. Aus diesem Vergleich resultieren, ebenso wie bei den bisher dargestellten Heilungsergebnissen, keine wesentlichen Differenzen zwischen den beiden Deckungstechniken.

Beispielsweise gaben ZUIDAM et al. (2005) nach Vergleich zwischen mit Vollhaut und mit Spalthaut versorgten Entnahmedefekten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Resensibilisierung in der Entnahmeregion des Radialislappens an. Getestet wurde die 2-Punkt-Diskrimination im Bereich des freien Hauttransplantats sowie im Versorgungsgebiet des N. radialis am ipsilateralen Unterarm.

Ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den zwei Gruppen wurden im Bewegungsumfang an den Hand- und Fingergelenken sowie in der Greifkraft des Entnahmearms angegeben.

Im ästhetischen Ergebnis der Defektdeckung im Bereich des ventralen Unterarms gaben die Autoren dieser Studie ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen Voll- und Spalthaut an. Bewertet wurde die Entnahmeregion des Radialislappens nach dem Vancouver Scar Scale.

HO et al. (2006) verglichen drei verschiedene Methoden der Defektdeckung miteinander:

Neben der konventionellen Vollhaut- und Spalthauttransplantation erfolgte bei einer dritten Gruppe von Patienten die Einlage eines Hautersatzmaterials, der sogenannten künstlichen Haut (artificial skin), auf den Entnahmedefekt des Radialislappens, und anschließend die Transplantation freier Spalthaut auf den so vorbereiteten Entnahmedefekt.

Die künstliche Haut ist ein Kollagenschwamm, dessen Kollagenfasern denen der Dermis histologisch ähnlich sind, und der innerhalb 2-3 Wochen biologisch assimiliert wird. Dabei führt der Eintritt von Fibroblasten und Kapillaren in den Schwamm zu dessen Ersatz durch autologes Gewebe bzw. zur Ausbildung von Pseudodermis. Durch lokale Heparinapplikation kann die Revaskularisation der künstlichen Haut zusätzlich gefördert und somit deren Einheilungserfolg, auch bei infizierten Wunden, verbessert werden.⁷¹

In dieser Studie von HO et al. (2006) ergaben die in der Entnahmeregion des Radialislappens durchgeführten Sensibilitäts- und Krafttests keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei zu vergleichenden Methoden der Defektdeckung. Dabei umfassten die Krafttests die Bestimmung von Greifkraft, Spitzgriff- und Lateralgriffkraft (s.u.) der Hand des Entnahmearms.

Die Bewertung des ästhetischen Ergebnisses in der Entnahmeregion des Radialislappens erfolgte in dieser Studie durch eine Gruppe von Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen. Auch in diesem Punkt wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen angegeben.

Lediglich bei der Beweglichkeit des Handgelenks sah es anders aus. Für die mit Vollhaut versorgten Patienten wurden signifikant geringere Werte für die Handgelenksflexion und die Ulnarabduktion angegeben.

LUTZ et al. (1999) gaben für die Patienten, bei denen das Voll- bzw. Spalthauttransplantat komplett eingeeilt war, keine signifikante Veränderung der Greifkraft an. In den restlichen Fällen, in denen ein partieller Verlust der Voll- bzw. Spalthaut vorlag, war die Greifkraft signifikant reduziert.

Ähnliches wurde hinsichtlich der weiter unten erörterten Gelenkbeweglichkeit angegeben (vgl. S. 75).

Diese Studienergebnisse legen nahe, dass es eher auf die gute Einheilung des Hauttransplantats als auf die Transplantatart (Voll- oder Spalthaut) ankommt.

Tab. 8 Studien mit Nachuntersuchung der Entnahmeregion des Radialislappens

Anordnung nach der Größe des Patientenkollektivs (Anzahl der Patienten). Einteilung nach der Thematik (Art der Defektdeckung, s. Text).

Autor (Publikationsjahr)	Vollhaut	Vollhaut vs. Spalthaut	Spalthaut
BROWN et al. (1996)			13
TIMMONS et al. (1986)			15
BELLI et al (1999)	17		
SUOMINEN et al. (1996)			18
ITO et al. (2005)	23		
AVERY et al. (2001)		25	
HO et al. (2006)		25	
BOORMAN et al. (1987)			27
ZUIDAM et al. (2005)		34	
SWANSON et al. (1990)			35
TOSCHKA et al. (2001)			35
DE BREE (2004)			37
KARIMI et al. (2007)	41		
FERRING (2007)			51
AVERY et al. (2005)	63		
SIDEBOTTOM et al. (2000)		64	
WINSLOW et al. (2000)			67
LUTZ et al. (1999)		95	
BARSDLEY et al. (1990)			100
RICHARDSON et al. (1997)			103
VAUGHAN (1990)			120

Gefühlsstörungen im Bereich des Entnahmedefekts wurden bei 87 % unserer Patienten festgestellt. Dieser hohe Wert ist dadurch zu erklären, dass viele Patienten bereits kurz (einige Monate) nach der Operation nachuntersucht wurden. Über die Zeit nahmen die Häufigkeit und Intensität der Gefühlsstörungen deutlich ab, im Sinne einer fortschreitenden Resensibilisierung der auf den Entnahmedefekt transplantierten Vollhaut (vgl. S. 39f.).

Die Sensibilitätsdefizite lagen in allen Fällen vor, in denen der Entnahmedefekt offen verheilt bzw. durch primäre Wundnaht verschlossen worden war, sowie bei 85 % der mit Vollhaut versorgten Defekte.

Bei 15 % der Patienten mit Vollhauttransplantaten wurden keine Gefühlsstörungen festgestellt, im Sinne einer vollständigen Resensibilisierung der transplantierten Vollhaut. Die Operation lag in diesen Fällen durchschnittlich 31 Monate zurück.

BELLI et al. (1999) gaben im Bereich der transplantierten Vollhaut Gefühlsstörungen bei allen nachuntersuchten Patienten an. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung lag im Durchschnitt 17,5 Monate nach der Operation.

Neben Gefühlsstörungen im Bereich des Entnahmedefekts aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Resensibilisierung ist nach Entnahme des Radialislappens auch mit Sensibilitätsdefiziten im Bereich der Hand zu rechnen, verursacht durch intraoperative Schädigung der in der Entnahmeregion des Radialislappens verlaufenden sensiblen Nerven.

Eine solche Gefühlsstörung im Bereich der Hand, insbesondere im Bereich des Daumens, lag bei 17 % der von uns nachuntersuchten Patienten vor.

Für die sensible Innervation der Hand sind drei Nerven zuständig. Der N. ulnaris verläuft außerhalb der Entnahmeregion des Radialislappens, und kann deshalb bei der Transplantatentnahme nicht verletzt werden.

Am häufigsten ist in diesem Zusammenhang das Versorgungsgebiet des N. radialis betroffen. Dessen Ramus superficialis verläuft in der Entnahmeregion des Radialislappens zwischen den Mm. abductor pollicis longus et brachioradialis, und kann deshalb bei der Lappenhebung, insbesondere bei der Ablösung der Unterarmfaszie von den Faszien dieser beiden Muskeln, verletzt werden (vgl. 1.2.1).

Die Häufigkeit derart verursachter neurologischer Defizite im Versorgungsgebiet des N. radialis weist in der Literatur eine hohe Variationsbreite auf:

In der Studie von BOORMAN et al. (1987) betrug der entsprechende Wert 18,5%, bei BARDSLEY et al. (1990) – 20 %, bei SWANSON et al. (1990) – 30 %, bei RICHARDSON et al. (1997) – 32%, bei KARIMI et al. (2007) – 36 %, bei BELLI et al. (1999) – 46 %, bei TIMMONS et al. (1986) – 47 %, bei SUOMINEN et al. (1996) – 56 %, bei VAUGHAN (1990) – 80 %, bei ITO et al. (2005) – 82,6%.

In unserem Untersuchungskollektiv lag eine solche Gefühlsstörung bei 13 % der Patienten vor. Somit liegen in unserer Studie überdurchschnittlich gute Ergebnisse der Sensibilitätstests im Versorgungsgebiet des N. radialis vor.

Bei 4 % unserer Patienten wurde eine Gefühlsstörung im Versorgungsgebiet des N. medianus festgestellt.

Der N. medianus weist in seinem Verlauf im Bereich des Unterarms enge topographische Beziehungen zum M. flexor digitorum superficialis sowie zu den Sehnen der Mm. carpi radialis et palmaris longus auf. Diese Strukturen spielen im Rahmen der Präparation des Radialislappens bzw. der Darstellung der A. radialis eine Rolle (vgl. 1.2.1).

Vor seinem Eintritt in den Karpaltunnel entlässt der N. medianus den Ramus palmaris nervi mediani zur sensiblen Versorgung des Daumenballens. In diesem Bereich bestand auch bei den von WINSLOW et al. (2000) nachuntersuchten Patienten in 1 % der Fälle eine Gefühlsstörung.

BROWN et al. (1996) verglichen die Sensibilität in den Versorgungsgebieten der Nn. radialis, medianus et ulnaris zwischen Patienten mit Radialislappen, solchen mit Transplantaten aus anderen Körperregionen, und gesunden Individuen. Bei den Patienten mit Radialislappen war dieser nach der subfaszialen Präparationstechnik gehoben worden.

Im Ergebnis wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen angegeben. Dies deutet auf geringe bzw. keine Sensibilitätsverluste in den genannten Versorgungsgebieten nach Entnahme des Radialislappens, und entspricht somit den Ergebnissen unserer Studie.

An unserer Klinik wird der Radialislappen ebenfalls in der subfaszialen Ebene entnommen. Der Vorteil dieser Technik liegt in der einfacheren Anatomie und damit in einer sichereren Lappenhebung.

Die Mitentnahme der Unterarmfaszie hinterlässt zwar erstens einen schlecht vaskularisierten Entnahmedefekt, und erfordert zweitens eine sorgfältige Präparation in der Nähe des N. radialis. Beides hatte jedoch für die von uns nachuntersuchten Patienten keine Auswirkungen: Erstens hielt der Entnahmedefekt des Radialislappens den hohen Ansprüchen eines Vollhauttransplantats an das Transplantatempfängerbett stand, so dass alle Vollhauttransplantate erfolgreich einheilten; und zweitens fielen die Ergebnisse der postoperativ im Versorgungsgebiet des N. radialis durchgeführten Sensibilitätstests, wie bereits ausführlich dargestellt, überdurchschnittlich gut aus.

Ob die *Wahl des Entnahmearms* einen Einfluss auf die Entnahmemorbidität hat, ist in der Literatur nicht eindeutig belegt.

In unserem Untersuchungskollektiv wurde der Radialislappen bei 23 % der Patienten aus dem dominanten, und bei 77 % aus dem nicht-dominanten Arm entnommen. Hierzu zeigten die Ergebnisse der Nachuntersuchung keine Korrelation.

In der Studie von TOSCHKA et al. (2001) erzielten 93,1 bzw. 100 % der am nicht-dominanten bzw. am dominanten Arm operierten Patienten das bestmögliche Ergebnis in den Sensibilitätstests.

In den meisten Publikationen – z. B. SUOMINEN et al. (1996), BROWN et al. (1996), LUTZ et al. (1999) – wird dem nicht-dominanten Arm der Vorzug gegeben, wahrscheinlich hauptsächlich aus Rücksicht auf den postoperativen Patientenkomfort bzw. -lebensqualität.

Hingegen erfolgte bei BELLI et al. (1999) die Lappenhebung aus dem dominanten Arm. Die Autoren gaben keine signifikante Beeinträchtigung der Muskelkraft und des Bewegungsumfangs des Handgelenks an.

Vielmehr soll die Lappenhebung aus dem dominanten Arm laut BELLI et al. (1999) in zweierlei Hinsicht von Vorteil sein. Zum Einen ist wegen der besseren

Blutversorgung die Lappenhebung einfacher, zum Anderen beschleunigen der bessere Muskeltrophismus und die höhere motorische Aktivität des dominanten Arms dessen funktionelle Rehabilitation.

Die Ermittlung der *Umfangsdifferenzen* zwischen dem Entnahme- und dem Kontrollarm ergab in unserem Untersuchungskollektiv keine wesentlichen Unterschiede zwischen beiden Armen.

Im Bereich des Unterarms war der Umfang des Entnahmearms in 20 % der Fälle geringer als der Umfang des Kontrollarms; in allen dieser Fälle war der Entnahmearm gleichzeitig auch der nicht-dominante Arm des Patienten, und somit auch der Arm mit dem tendenziell geringeren Umfang (aufgrund der geringeren Muskelmasse).

Dennoch kann bei 70 % dieser Patienten, d. h. bei insgesamt 14 % des Untersuchungskollektivs, die Umfangsdifferenz mit gewisser Wahrscheinlichkeit auf die Operation zurückgeführt werden. Die präoperativen Umfangswerte waren nicht zu ermitteln.

FERRING (2007) gab ebenfalls keine signifikante Umfangsdifferenz zwischen Entnahme- und Kontrollarm an.

Bewegungsdefizite im Bereich der nachuntersuchten Gelenke des Entnahmearms, bzw. kleinere Werte als im Bereich des Kontrollarms, wurden nach der Neutral-Null-Methode bei 27 % unserer Patienten gemessen.

Insgesamt zeigte die Gelenkbeweglichkeit in der Entnahmeregion des Radialislappens eine deutliche Besserung über die Zeit.

Im Bereich des Ellenbogengelenks wurde in unserem Untersuchungskollektiv keine Einschränkung des Bewegungsumfangs festgestellt.

Dies entspricht auch den Angaben von BOORMAN et al. (1987), DE BREE et al. (2004) sowie FERRING (2007). Aktive Bewegungen im Bereich des Ellenbogengelenks werden hauptsächlich durch die Oberarmmuskulatur bewirkt,

weshalb eine Beeinträchtigung durch die Entnahme des Radialislappens eher unwahrscheinlich ist.

Ebenfalls defizitfrei im Vergleich zum Kontrollarm war bei unseren Patienten der Umfang der Supination bzw. Pronation im Bereich des Entnahmearms.

Hingegen lagen bei SUOMINEN et al. (1996) in 22 % der Fälle ein Supinationsdefizit, und bei 5,6% der Patienten eine Beeinträchtigung der Pronation, vor. Das Ausmaß dieser Einschränkungen lag zwischen 20° und 40°, was ca. einem Drittel des Normwerts entspricht.

Die Drehbewegungen Supination und Pronation erfolgen durch Zusammenarbeit des proximalen und distalen Radioulnargelenks. Zu den verantwortlichen Muskeln zählen der M. brachioradialis, welcher bzw. dessen Sehne in der Entnahmeregion des Radialislappens liegt, und der auch durch den N. radialis innerviert wird, sowie der M. pronator teres, welcher in enger topographischer Beziehung zur A. radialis liegt.

Insofern ist ein plausibler Zusammenhang zwischen der Lappenentnahme und der postoperativen Beeinträchtigung von Pronation und Supination denkbar. Hinzu kommt, dass in der Studie von SUOMINEN et al. (1996) 50 % der Transplantate aus dem mittleren Unterarmdrittel, und somit in noch engerer Nachbarschaft zu den oben genannten Muskeln, entnommen wurden. Unsere Patienten hingegen wurden, wie eingangs erwähnt, am distalen Unterarm operiert.

Der distale Unterarm wiederum enthält mit den Sehnen der Beugemuskeln einige für die Beweglichkeit von Hand und Fingern sehr wichtige Strukturen. Eine intraoperative Verletzung dieser Sehnen kann, ebenso wie eine Beeinträchtigung der Sehnengleitbewegung durch postoperative Wundheilungsstörungen, zu funktionellen Defiziten an Hand- und Fingergelenken führen (vgl. 1.1 und 1.1.1).

So gaben LUTZ et al. (1999) für die Patienten, bei denen das zur Defektdeckung verwendete freie Hauttransplantat komplett eingeheilt war, keine signifikante Veränderung des Bewegungsumfangs am Handgelenk an. In den restlichen Fällen, in denen ein partieller Transplantatverlust vorlag, war die Handgelenksbeugung signifikant reduziert.

Bei unseren Patienten waren die Bewegungsdefizite im Bereich des Entnahmearms auf dessen Hand- und Fingergelenke beschränkt.

Im Bereich der Fingergelenke lagen in 20 % der Fälle funktionelle Störungen vor, insbesondere bei der Daumenopposition sowie beim Faustschluss.

Das Handgelenk war bei 13 % unserer Patienten funktionell beeinträchtigt. Hierbei lag am häufigsten, in je 10 % der Fälle, ein Defizit der Handgelenksstreckung bzw. –beugung vor. Bei je 6 % der Patienten war die Radial- bzw. Ulnarabduktion eingeschränkt.

Bei SWANSON et al. (1990) war die Beweglichkeit im Bereich des Handgelenks in 3 % der Fälle, jeweils um 50 % des Normwerts, eingeschränkt.

TIMMONS et al. (1986) berichteten über eine Handgelenkssteifheit bei 27 % der Patienten.

BELLI et al. (1999) gaben eine Beeinträchtigung der Handgelenksstreckung in 6 % der Fälle an, SUOMINEN et al. (1996) – in 16,7 % der Fälle.

Bei Letzteren lag das Ausmaß der Einschränkung zwischen 20° und 40°, was ca. 50 % des Normwerts entspricht. In unserer Studie war bei eingeschränkter Dorsalextension der Extensionswert durchschnittlich um 19 % geringer als der entsprechende, im Bereich des Kontrollarms gemessene Wert.

SUOMINEN et al. (1996) gaben außerdem in 11,1 % der Fälle eine Beeinträchtigung der Handgelenksflexion an. Das Ausmaß der Einschränkung lag ebenfalls zwischen 20° und 40°, bzw. bei 50 % des Normwerts. Der an unseren Patienten gemessene Flexionswert war bei eingeschränkter Palmarflexion im Durchschnitt um 27 % geringer als der entsprechende, im Bereich des Kontrollarms gemessene Wert.

Somit liefert unsere Nachuntersuchung der Beweglichkeit im Bereich des Handgelenks nach Entnahme des Radialislappens Ergebnisse, welche im Ergebnisbereich der zitierten Studien liegen.

Dass auch bessere Werte erzielbar sind, zeigt z. B. die Publikation von ITO et al. (2005), bei denen die Handbeweglichkeit aller nachuntersuchten Patienten im Normbereich lag.

DE BREE et al. (2004) bzw. FERRING (2007) gaben beim Vergleich zwischen Entnahme- und Kontrollarm keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des

Bewegungsumfangs im Bereich des Handgelenks bzw. im Bereich der Hand- und Fingergelenke an.

BROWN et al. (1996) bzw. TOSCHKA et al. (2001) gaben beim Vergleich mit Kontrollpatienten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Bewegungsumfangs im Bereich des Handgelenks bzw. im Bereich der Hand- und Fingergelenke an.

Kraftdefizite eines oder mehrerer der von uns nach der BMRC-Skala nachuntersuchten Muskeln des Entnahmearms wurden bei 24 % des Untersuchungskollektivs festgestellt. Im Durchschnitt lagen deutlich weniger Kraftdefizite vor, wenn die Operation zum Zeitpunkt der Untersuchung bereits längere Zeit zurücklag.

Bei den Patienten mit Kraftminderung betrug der durchschnittliche Kraftgrad 4, was einer geringgradigen Minderung der Muskelkraft entspricht. BELLI et al. (1999) gaben in 24 % der Fälle eine mäßige Minderung der Muskelkraft des Entnahmearms an.

TIMMONS et al. (1986) berichteten über eine Beeinträchtigung der Muskelkraft bei 40 % der Patienten. FERRING (2007) gab eine Einschränkung der Muskelkraft in 27,6 % der Fälle an, allerdings bestand kein signifikanter Unterschied zur Muskelkraft des Kontrollarms.

Die mit Hilfe der Blutdruckmanschette getestete *Handgreifkraft* war bei 47 % unserer Patienten im Bereich des Entnahmearms geringer als im Bereich des Kontrollarms.

Ob diese Kraftdifferenz der Operation geschuldet ist, lässt sich nicht mit Sicherheit feststellen, da das präoperative Kräfteverhältnis beider Arme nicht bekannt ist.

Zudem war in 93 % der Fälle mit einer solchen Kraftdifferenz die Lappenhebung am jeweils nicht-dominanten, und somit tendenziell schwächeren, Arm erfolgt. Schließlich lag bei den 12 Monate postoperativ oder später untersuchten Pati-

enten lediglich noch eine im Durchschnitt sehr geringe Kraftdifferenz (in Höhe von 5 mm Hg) zwischen beiden Händen vor.

Die durchschnittliche Greifkraft des Entnahmearms war bei unseren Patienten um 19 mm Hg bzw. um 13 % geringer als diejenige des Kontrollarms.

Beim Patientenkollektiv von SUOMINEN et al. (1996) war die Greifkraft des Entnahmearms im Durchschnitt um 11,9% geringer als diejenige des Kontrollarms.

Von SWANSON et al. (1990) wurde eine reduzierte Handgreifkraft in lediglich 3% der Fälle angegeben. BROWN et al. (1996) gaben beim Vergleich mit Kontrollpatienten keine signifikanten Unterschiede in der Greifkraft an.

Bei der Handgreifkraft unterscheidet man den auch als Palmargriff bezeichneten Faustschluss, welcher bisher gemeint war, von verschiedenen Präzisionsgriffen wie dem Pinzettengriff, dem Spitzgriff oder dem Lateralgriff. Letztere werden in einigen Studien neben dem Faustschluss ebenfalls getestet.

DE BREE et al. (2004) z. B. gaben beim Vergleich zwischen Entnahme- und Kontrollarm keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Handgreifkraft sowie der Pinzettengriffkraft an.

TOSCHKA et al. (2001) gaben beim Vergleich mit Kontrollpatienten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Handgreifkraft und der Pinzettengriffkraft an.

Das *ästhetische Ergebnis* der Defektdeckung im Bereich des Entnahmearms wurde bei unseren Patienten mit Hilfe des modifizierten Vancouver-Scar-Scale analysiert.

Die Narbenbildung als beeinflussbarer Prozess der Reparatur von Gewebeschäden ist ein dynamisches Geschehen, welches über die Zeit, insbesondere während der ersten 18 Monate nach Wundsetzung, eine kontinuierliche Änderung erfährt.

Die subjektive Beurteilung von Narben erfolgt anhand der visuellen und taktilen Wahrnehmung der Narbe durch den Patienten, und hängt von dessen eigener Einstellung bzw. dem eigenen Körperbild ab. Die Ergebnisse der subjektiven

Einschätzung des kosmetischen Ergebnisses durch die Patienten sind auf S. 82 dargestellt.

Die objektive Beurteilung hingegen umfasst die Charakterisierung physikalischer Parameter wie Größe, Form, Volumen, Farbe und Konsistenz. Der Vancouver-Scar-Scale ist eine weit verbreitete Methode, mit welcher versucht wird, die meisten dieser Parameter quantitativ zu erfassen. Diese Erfassung ist trotz der Bemühung um Objektivität wiederum stark von Kompetenz und Wahrnehmung des Untersuchenden abhängig. Die Beurteilung einer Narbe durch verschiedene Untersucher kann somit unterschiedliche Ergebnisse liefern.²¹

In unserer Studie wurden alle Patienten durch eine Person nachuntersucht. Der durchschnittliche Scar-Wert betrug 8,6 (3 – 14).

Wie erwartet, lag eine Abnahme des Scar-Werts über die Zeit vor, was auf eine Verbesserung des ästhetischen Ergebnisses im Laufe der Zeit schließen lässt. FERRING (2007) berichtete ebenfalls über eine signifikante Abnahme des Scar-Werts über die Zeit. In dieser Studie betrug der mittlere Scar-Wert 11,1.

BELLI et al. (1999) gaben in 6 % der Fälle eine postoperative Einsenkung der Vollhaut an, sowie in jeweils 12 % eine Narbenhypertrophie im Bereich der Transplantatränder, bzw. eine Farbveränderung der Vollhaut.

ITO et al. (2005) gaben in 39,1% der Fälle eine Melanose an, in 69,7% eine Transplantateinsenkung, sowie in 21,7% eine erhöhte Narbenbreite.

Ähnliche Komplikationen, nämlich eine Narbenhypertrophie bzw. ein Narbenkeloid im Bereich des Vollhauttransplantats, traten bei lediglich 4 % unserer Patienten auf (vgl. S. 28 und Abb. 9 auf S. 29).

Zusammenfassend ergab die Nachuntersuchung der Spenderregion des Radialislappens unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten bei unseren Patienten im Großen und Ganzen keine wesentlichen Unterschiede zu den bereits in der Fachliteratur publizierten guten Ergebnissen ähnlicher Studien.

Die bei der Mehrheit der Patienten vorhandenen neuralen Defizite in der Entnahmeregion des Radialislappens äußern sich in den meisten Fällen in einer verminderten, aber eben nicht gänzlich fehlenden Gefühlsempfindung, einer

Hypästhesie. Ein kleiner Teil bis zur Hälfte der Fälle weist zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung geringgradig bis mäßige Bewegungs- und Kraftdefizite im Bereich des Entnahmearms auf.

Das ästhetische Ergebnis der Versorgung des Entnahmedefekts mit frei transplantierte Haut erfährt im Laufe der Zeit eine kontinuierliche Besserung. Die Transplantation von Vollhaut auf den Entnahmedefekt des Radialislappens ist bei Vorliegen eines gut vaskularisierten Empfängerbetts eine sichere Methode, um einen langfristig kosmetisch zufriedenstellenden Defektverschluss zu erzielen.

Die aus der Entnahme des Radialislappens resultierenden Defizite erscheinen doch eher hinnehmbar, gemessen am Nutzen der Transplantation bei der Versorgung schwerer Mund- und Gesichtsdefekte, sowie unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die A. radialis, eine der zwei Hauptarterien des Unterarms, mit entnommen wird und für die Blutversorgung des Unterarms nicht mehr zur Verfügung steht.

Aufgrund des hohen Stellenwerts des ventralen Unterarms in funktioneller und ästhetischer Hinsicht kommt der subjektiven Beurteilung der oben dargestellten Ergebnisse durch die Patienten eine ebenfalls wesentliche Bedeutung für die Patientenzufriedenheit zu.

In unserem Untersuchungskollektiv äußerten lediglich 20 % der Patienten subjektive Beschwerden bezüglich der Entnahmeregion des Radialislappens. Eine weniger günstige Verteilung lag in der Studie von ITO et al. (2005) vor: Ca. 39 % der von ihnen befragten Patienten äußerten Beschwerden bezüglich der Entnahmeregion.

Siebzehn Prozent unserer Patienten (zwei Männer und drei Frauen) klagten über starke oder mäßige *Schmerzen* und ähnliche Empfindungsstörungen wie z. B. elektrisierendes oder ziehendes Gefühl in der Entnahmeregion des Radialislappens.

In der Fachliteratur wird bezüglich postoperativer Schmerzen eine ähnlich geringe Häufigkeit von Beschwerden angegeben, beispielsweise in der Studie von

DE BREE et al. (2004) bei 14 % der Patienten. Die von BARDSLEY et al. (1990) befragten Patienten gaben auf einer Schmerz-Skala von 0 bis 10, unabhängig vom Geschlecht und von der Art der Defektdeckung, Werte von 1,6 bis 2,5 an. Dies deutet auf eine eher geringe Schmerzintensität.

Bei dem von SIDEBOTTOM et al. (2000) befragten Patientenkollektiv ergab die subjektive Einschätzung der Wundschmerzen in der Entnahmeregion des Radialislappens keine signifikanten Unterschiede zwischen den mit Vollhaut und den mit Spalthaut versorgten Patienten.

Hingegen werden Empfindungsstörungen im Bereich des ventralen Unterarms in den Patientenkollektiven der einschlägigen Studien oft beklagt. So klagten die von DE BREE et al. (2004) befragten Patienten in 46 % der Fälle über eine Hypästhesie und in 16 % über eine Kälteintoleranz.

In der Studie von TOSCHKA et al. (2001) klagten 77,1 % der Patienten über eine Hypästhesie, und jeweils 8,6 % über eine Anästhesie bzw. über eine Hyperästhesie.

Bei ITO et al. (2005) klagten 4,3 % der Patienten über eine Hypästhesie im Bereich der Hand. Bei AVERY et al. (2001) klagten 28 % der befragten Patienten über eine vorübergehende Parästhesie im Versorgungsgebiet des N. radialis.

Über *Juckreiz* in der Entnahmeregion des Radialislappens klagten lediglich 3 % unserer Patienten. Die von DE BREE et al. (2004) befragten Patienten klagten in 14 % der Fälle über Juckreiz.

Mit der postoperativen *Funktion* des Entnahmearms, im Sinne der Gelenkbeweglichkeit und der Muskelkraft, waren 90 % unserer Patienten sehr zufrieden, während 10 % über eine Funktionseinschränkung klagten.

Eine solche Beschwerde äußerten auch 16 % der von RICHARDSON et al. (1997) sowie 24 % der von DE BREE et al. (2004) befragten Patienten.

In der Studie von BELLI et al. (1999) beurteilten 82 % der Patienten das funktionelle Ergebnis in der Entnahmeregion des Radialislappens als sehr gut.

Bei AVERY et al. (2001) klagten keine Patienten über einen Kraftverlust im Bereich des Entnahmearms oder über eine Beeinträchtigung des Bewegungsumfangs des Handgelenks.

In der Studie von TOSCHKA et al. (2001) ergab die Befragung nach einem standardisierten Fragebogen über die postoperative Handfunktion bei 88,6 % der Patienten einen Wert, welcher bei 80 – 100 % des präoperativen Funktionsausmaßes lag.

Auch in der Studie von HO et al. (2006) ergab die Befragung nach demselben standardisierten Fragebogen, hinsichtlich der postoperativen Unterarm- und Handfunktion, bei den meisten Patienten einen Wert, welcher bei 80 – 90 % des präoperativen Funktionsausmaßes lag.

Über das *ästhetische Ergebnis* in der Entnahmeregion des Radialislappens klagten 6 % unserer Patienten, bei gleichmäßiger Geschlechterverteilung.

In der Studie von VAN DER LEI et al. (1999) waren alle befragten Patienten mit dem kosmetischen Ergebnis in der Entnahmeregion zufrieden.

Bei BARDSLEY et al. (1990) fiel die Bewertung der Entnahmeregion in ästhetischer Hinsicht bei den Männern günstiger als bei den Frauen aus.

Die von DE BREE et al. (2004) befragten Patienten klagten in 14 % der Fälle über ein schlechtes kosmetisches Ergebnis.

Die von ITO et al. (2005) befragten Patienten empfanden in 30,4 % der Fälle die aus der postoperativen Einsenkung des Vollhauttransplantats resultierende Konturdeformität als störend, während 4,3 % über die Farbe des Vollhauttransplantats klagten.

In der Studie von TOSCHKA et al. (2001) bewerteten 94,3 % der befragten Patienten das kosmetische Ergebnis als gut oder befriedigend. 11,4 % äußerten den Wunsch nach einer chirurgischen Narbenkorrektur.

Bei RICHARDSON et al. (1997) variierte die Bewertung des ästhetischen Ergebnisses von „gut“ (42 %) über „akzeptabel“ (29 %) bis hin zu „schlecht“ (29 %). Die Autoren dieser Studie kamen zum Schluss, dass die Entnahme des Radialislappens und der Spalthaut aus demselben Unterarm zwar bequem für den Operateur ist, aber das Patientenurteil über das kosmetische Gesamtergebnis verschlechtert. Außerdem würden die geringe Hautdicke und die Nähe zum Empfängerareal zu Heilungsproblemen an der Entnahmestelle der Spalthaut führen.

In der Studie von ZUIDAM et al. (2005) ergab die Befragung der Patienten nach ihrer Einschätzung des kosmetischen Ergebnisses der Defektdeckung keine signifikanten Unterschiede zwischen den mit Vollhaut und den mit Spalthaut versorgten Entnahmedefekten. Dies gilt auch für die Studie von SIDEBOTTOM et al. (2000).

Hingegen wurden von LUTZ et al. (1999) in diesem Punkt deutliche Differenzen zwischen Voll- und Spalthaut angegeben. In dieser Studie wurde das ästhetische Ergebnis einer subjektiven Beurteilung sowohl durch die Patienten als auch durch den Untersucher unterzogen und dabei als gut (66 %), befriedigend (32 %) bzw. schlecht (2 %) eingestuft.

Nach Defektdeckung mit Vollhaut fiel das Ergebnis zu 92 % als „gut“ aus, während dies nach Spalthauttransplantation nur zu 57 % der Fall war.

Zusammenfassend fiel bei unseren Patienten die subjektive Einschätzung der Operationsergebnisse in der Entnahmeregion des Radialislappens, in funktioneller und insbesondere in ästhetischer Hinsicht, gut aus. Die Häufigkeit und Intensität der geäußerten Beschwerden nahmen im postoperativen Heilungsverlauf deutlich ab.

Auch in der Fachliteratur wird das funktionelle und ästhetische Ergebnis der Defektdeckung von der Mehrheit der Patienten als gut bzw. akzeptabel eingestuft.

4.3 Entnahmeregion der Vollhaut

Nach Entnahme von Vollhaut aus der Leistengegend ist aufgrund der guten Verschieblichkeit der Haut in diesem Bereich ein leichter Verschluss des Vollhautentnahmedefekts durch Mobilisieren der Wundränder und primäre Wundnaht möglich.

Der spannungsfreie Wundverschluss sorgt für gute Heilungschancen, wenig Schmerzen und geringe Narbenbildung. Auch die Lokalisation der Narbe in einer eher unauffälligen Körperregion trägt dazu bei, dass vom Patienten kaum Beschwerden geäußert werden.

Bei den von uns nachuntersuchten Patienten war das Vollhauttransplantat aus der Leistengegend, und in einem Fall aus dem Unterschenkel entnommen worden. Die durchschnittliche Narbenlänge betrug 9 (4 – 15) cm.

In der Studie von AVERY et al. (2005) wurde das Vollhauttransplantat aus dem ventralen Oberarm entnommen. Die Narbenlänge lag im Durchschnitt bei 10 (6 – 17) cm.

Der durchschnittliche Scar-Wert in der Entnahmeregion der Vollhaut betrug bei unseren Patienten 8,9 (4 – 16). Bewertet wurde die Narbe nach dem modifizierten Vancouver-Scar-Scale, bei dem Werte von 0 bis 18 möglich sind.

Wie erwartet, lag hierbei eine Abnahme des Scar-Werts über die Zeit vor, was auf eine Verbesserung des ästhetischen Ergebnisses im Laufe der Zeit schließen lässt.

Bei AVERY et al. (2005) lag der durchschnittliche Scar-Wert bei 1,95. Bei dem für diese Bewertung herangezogenen Vancouver-Scar-Scale waren Werte von 0 bis 12 möglich. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung war, mit durchschnittlich 16 Monaten nach OP, dem in unserer Studie (15 Monate) relativ ähnlich.

In unserem Patientenkollektiv wurden bezüglich der Entnahmeregion der Vollhaut keine subjektiven Beschwerden geäußert.

Die in der Studie von AVERY et al. (2005) von den Patienten vorgenommene subjektive Einschätzung des kosmetischen Ergebnisses in der Entnahmeregion

der Vollhaut ergab auf der Visuellen Analogskala (von 1 bis 10) einen durchschnittlichen Wert von 7,7 (2 – 10). Die Bewertung durch den Operateur ergab einen durchschnittlichen Wert von 7,9 (4 – 10).

Abschließend kann die Technik der Versorgung des Entnahmedefekts des Radialislappens mit frei transplantierte Vollhaut aus der Leistengegend, auch aufgrund der günstigen Heilungsergebnisse in der Entnahmeregion der Vollhaut, als eine bewährte Methode weiterhin empfohlen werden.

5. Zusammenfassung

Die mikrochirurgische Transplantation des Radialislappens auf orofaziale Weichgewebsdefekte hat in der rekonstruktiven Chirurgie von heute einen hohen Stellenwert. Der aus der Hebung dieses Lappens resultierende Entnahmedefekt im Bereich des ventralen Unterarms wird häufig mit frei transplantierte Vollhaut verschlossen.

Sowohl der ventrale Unterarm, als auch die orofaziale Region, gehören zu den ästhetisch am stärksten exponierten und funktionell besonders beanspruchten Körperpartien des Menschen. Das funktionelle und ästhetische Ergebnis eines hier lokalisierten Eingriffs hat deshalb nicht zu unterschätzende Auswirkungen auf die postoperative Lebensqualität und Zufriedenheit der Patienten.

Insofern sind die objektive Nachuntersuchung der Spender- und Empfängerregion des Radialislappens, sowie die Befragung der Patienten nach ihren subjektiven Beschwerden, wichtig für die Bewertung dieser rekonstruktiv-chirurgischen Methode.

Zur Überprüfung der Ergebnisse dieses Operationsverfahrens erfolgte im Zeitraum 2007 – 2009 an der Universitätsklinik zu Würzburg eine retrospektive klinische Studie. Anhand der Krankenakten von 50 Patienten wurden die postoperativen Heilungsergebnisse in der Spender- und Empfängerregion des Radialislappens dokumentiert. 30 der 50 Patienten wurden nach einem standardisierten Vorgehen unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten, in der Spender- und Empfängerregion des Radialislappens sowie in der Leistengegend als Entnahmeregion der Vollhaut, nachuntersucht und zu ihren Beschwerden und der Einschätzung der Operationsergebnisse befragt.

Die Auswertung der postoperativen Heilungsergebnisse anhand der Krankenakten ergab für die Transplantation des Radialislappens eine Erfolgsquote von 96 %, und für den Verschluss des Entnahmedefekts mit einem freien Vollhauttransplantat eine Erfolgsquote von 100 %.

Die Nachuntersuchung der Spender- sowie der Empfängerregion des Radialislappens zeigte eine schnell fortschreitende, funktionelle und ästhetische Reha-

bilitation der operierten Gewebe im postoperativen Heilungsverlauf. Von den Patienten, welche ein Jahr nach der Operation, oder später, untersucht wurden, war die Gefühlsempfindung bereits bei allen Vollhauttransplantaten, und in 91 % der Fälle auch im Bereich des Radialislappens, wieder vorhanden.

In der Entnahmeregion des Radialislappens lagen, 12 Monate postoperativ oder später, lediglich noch bei 8 % der Patienten minimale Defizite in der Gelenkbeweglichkeit, und bei 15 % eine geringgradige Minderung der Muskelkraft vor. Auch die Bewertung der Operationsnarben am Unterarm sowie in der Leistengegend fiel tendenziell besser aus, wenn die Operation zum Zeitpunkt der Untersuchung länger zurücklag.

Die Patientenzufriedenheit mit dem Operationsergebnis zeigte ebenfalls eine deutliche Besserung über die Zeit. Bezüglich der Ästhetik wurden bereits 1 Jahr nach der Operation keine Beschwerden mehr geäußert, und in funktioneller Hinsicht klagten, 12 Monate postoperativ oder später, in der Spender- wie in der Empfängerregion des Radialislappens lediglich noch ein Sechstel der befragten Patienten.

Der Vergleich der Ergebnisse dieser Studie mit denen ähnlicher, in der Fachliteratur veröffentlichter Untersuchungen bestätigte die hohe Zuverlässigkeit des untersuchten Operationsverfahrens hinsichtlich der Wiederherstellung von Funktion und Ästhetik in der Spender-, wie auch in der Empfängerregion des Transplantats.

Als Fazit kann die mikrochirurgische Transplantation des Radialislappens zur Rekonstruktion orofazialer Weichgewebsdefekte als ein bewährtes und sehr geeignetes Verfahren weiterhin ebenso empfohlen werden wie die Transplantation freier Vollhaut als eine sichere und standardmäßig angewandte Methode zum Verschluss des Entnahmedefekts im Bereich des ventralen Unterarms.

6. Literatur-, Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Literaturverzeichnis

1. Avery C. Prospective study of the septocutaneous radial free flap and suprafascial donor site. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2007;45(8):611-616.
2. Avery CM, Iqbal M, Orr R, Hayter JP. Repair of radial free flap donor site by full-thickness skin graft from inner arm. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2005;43(2):161-165.
3. Avery CM, Pereira J, Brown AE. Suprafascial dissection of the radial forearm flap and donor site morbidity. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30(1):37-41.
4. Badran D, Soutar DS, Robertson AG, et al. Behavior of radial forearm skin flaps transplanted into the oral cavity. *Clin Anat.* 1998;11(6):379-389.
5. Bardsley AF, Soutar DS, Elliot D, Batchelor AG. Reducing morbidity in the radial forearm flap donor site. *Plast Reconstr Surg.* 1990;86(2):287-292; discussion 293-284.
6. Baumann I, Greschniok A, Bootz F, Kaiserling E. [Free transplanted, microvascular reanastomosed forearm flap for reconstruction of the mouth cavity and oropharynx. Clinical and morphologic findings with special reference to reinnervation]. *HNO.* 1996;44(11):616-623.
7. Belli E, Govoni FA, Matteini C, Migliano E. [Radial forearm free cutaneous flap. Evaluation of the level of damage to the donor site]. *Minerva Stomatol.* 1999;48(3):63-69.

8. Berge SJ, Wiese KG, von Lindern JJ, Niederhagen B, Appel T, Reich RH. Tissue expansion using osmotically active hydrogel systems for direct closure of the donor defect of the radial forearm flap. *Plast Reconstr Surg.* 2001;108(1):1-5, discussion 6-7.
9. Biglioli F, Brusati R. The folded radial forearm flap in soft-palate and tonsillary fossa reconstruction: technical note. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2008;37(1):76-81.
10. Biglioli F, Liviero F, Frigerio A, Rezzonico A, Brusati R. Function of the sensate free forearm flap after partial glossectomy. *J Craniomaxillofac Surg.* 2006;34(6):332-339.
11. Boorman JG, Brown JA, Sykes PJ. Morbidity in the forearm flap donor arm. *Br J Plast Surg.* 1987;40(2):207-212.
12. Boorman JG, Green MF. A split Chinese forearm flap for simultaneous oral lining and skin cover. *British Journal of Plastic Surgery.* 1986;39(2):179-182.
13. Boyd B, Mulholland S, Gullane P, et al. Reinnervated lateral antebrachial cutaneous neurosome flaps in oral reconstruction: are we making sense? *Plast Reconstr Surg.* 1994;93(7):1350-1359; discussion 1360-1352.
14. Bozec A, Poissonnet G, Chamorey E, et al. Radical ablative surgery and radial forearm free flap (RFFF) reconstruction for patients with oral or oropharyngeal cancer: postoperative outcomes and oncologic and functional results. *Acta Oto-Laryngologica.* 2009;129(6):681-687.
15. Brown MT, Cheney ML, Gliklich RL, Sheffler LR, Varvares MA. Assessment of functional morbidity in the radial forearm free flap donor site. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1996;122(9):991-994.
16. Chang SC, Miller G, Halbert CF, Yang KH, Chao WC, Wei FC. Limiting donor site morbidity by suprafascial dissection of the radial forearm flap. *Microsurgery.* 1996;17(3):136-140.

17. Cormack GC, Lamberty BG. A classification of fascio-cutaneous flaps according to their patterns of vascularisation. *British Journal of Plastic Surgery*. 1984;37(1):80-87.
18. Cormack GC, Lamberty BG. Fasciocutaneous vessels. Their distribution on the trunk and limbs, and their clinical application in tissue transfer. *Anatomia Clinica*. 1984;6(2):121-131.
19. Dahmer J. *Die symptomorientierte Patientenuntersuchung fächerübergreifend - interaktiv - praxisbezogen*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2006.
20. de Bree R, Hartley C, Smeele LE, Kuik DJ, Quak JJ, Leemans CR. Evaluation of donor site function and morbidity of the fasciocutaneous radial forearm flap. *Laryngoscope*. 2004;114(11):1973-1976.
21. Demling RH, DeSanti L. Scar management strategies in wound care. *Rehab Management*. 2001;14(6):26-30.
22. Elliot D, Bardsley AF, Batchelor AG, Soutar DS. Direct closure of the radial forearm flap donor defect. *Br J Plast Surg*. 1988;41(4):358-360.
23. Evans GR, Schusterman MA, Kroll SS, et al. The radial forearm free flap for head and neck reconstruction: a review. *Am J Surg*. 1994;168(5):446-450.
24. Fenton OM, Roberts JO. Improving the donor site of the radial forearm flap. *Br J Plast Surg*. 1985;38(4):504-505.
25. Ferring IR. *Die Entnahmemorbidity und Resensibilisierung des mikrochirurgisch revaskularisierten, radialen Unterarmflaps in der rekonstruktiven Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie* [Dissertation]. Tübingen, Eberhard Karls University; 2007.

26. Gaukroger MC, Langdon JD, Whear NM, Zaki GA. Repair of the radial forearm flap donor site with a full-thickness graft. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1994;23(4):205-208.
27. Greer SE, Longaker MT, Margiotta M, Mathews AJ, Kasabian A. The use of subatmospheric pressure dressing for the coverage of radial forearm free flap donor-site exposed tendon complications. *Ann Plast Surg.* 1999;43(5):551-554.
28. Hallock GG. Refinement of the radial forearm flap donor site using skin expansion. *Plast Reconstr Surg.* 1988;81(1):21-25.
29. Ho T, Couch M, Carson K, Schimberg A, Manley K, Byrne PJ. Radial forearm free flap donor site outcomes comparison by closure methods. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006;134(2):309-315.
30. Issing PR, Kempf HG, Heppt W, Schonemark M, Lenarz T. [Reconstructive surgery in the head-neck area with regional and free tissue transfer]. *Laryngorhinootologie.* 1996;75(8):476-482.
31. Ito O, Igawa HH, Suzuki S, et al. Evaluation of the donor site in patients who underwent reconstruction with a free radial forearm flap. *J Reconstr Microsurg.* 2005;21(2):113-117.
32. Johnson TM, Ratner D, Nelson BR. Soft tissue reconstruction with skin grafting. *J Am Acad Dermatol.* 1992;27(2 Pt 1):151-165.
33. Juretic M, Car M, Zambelli M. The radial forearm free flap: our experience in solving donor site problems. *J Craniomaxillofac Surg.* 1992;20(4):184-186.
34. Karimi A, Mahy P, Reychler H. Closure of radial forearm free flap donor site defect with a local meshed full-thickness skin graft: a retrospective study of an original technique. *J Craniomaxillofac Surg.* 2007;35(8):369-373.

35. Katou F, Shirai N, Kamakura S, et al. Intraoral reconstruction with innervated forearm flap: a comparison of sensibility and reinnervation in innervated versus noninnervated forearm flap. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;80(6):638-644.
36. Kerawala CJ, Newlands C, Martin I. Spontaneous sensory recovery in non-innervated radial forearm flaps used for head and neck reconstruction. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(8):714-717.
37. Kim JH, Rho YS, Ahn HY, Chung CH. Comparison of sensory recovery and morphologic change between sensate and nonsensate flaps in oral cavity and oropharyngeal reconstruction. *Head Neck.* 2008;30(8):1099-1104.
38. Kim TB, Moe KS, Eisele DW, Orloff LA, Wang SJ. Full-thickness skin graft from the groin for coverage of the radial forearm free flap donor site. *Am J Otolaryngol.* 2007;28(5):325-329.
39. Kuriakose MA, Loree TR, Spies A, Meyers S, Hicks WL, Jr. Sensate radial forearm free flaps in tongue reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2001;127(12):1463-1466.
40. Lamberty BG, Cormack GC. The forearm angiotomes. *British Journal of Plastic Surgery.* 1982;35(4):420-429.
41. Lee JW, Jang YC, Oh SJ. Use of the artificial dermis for free radial forearm flap donor site. *Ann Plast Surg.* 2005;55(5):500-502.
42. Loewen IJ, Boliek CA, Harris J, Seikaly H, Rieger JM. Oral sensation and function: a comparison of patients with innervated radial forearm free flap reconstruction to healthy matched controls. *Head Neck.* 2010;32(1):85-95.
43. Lutz BS, Wei FC, Chang SC, Yang KH, Chen IH. Donor site morbidity after suprafascial elevation of the radial forearm flap: a prospective study in 95 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg.* 1999;103(1):132-137.

44. Lvoff G, O'Brien CJ, Cope C, Lee KK. Sensory recovery in noninnervated radial forearm free flaps in oral and oropharyngeal reconstruction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;124(11):1206-1208.
45. Masser MR. The preexpanded radial free flap. *Plast Reconstr Surg.* 1990;86(2):295-301; discussion 302-293.
46. Matthews RN, Hodge RA, Eyre J, Davies DM, Walsh-Waring GP. Radial forearm flap for floor of mouth reconstruction. *Br J Surg.* 1985;72(7):561-564.
47. Meinecke R, Gräfe K. *Bewegungs-, Längen- und Umfangsmessungen: Neutral-Null-Durchgangsmethode: Europa-Lehrmittel; 2007.*
48. Meland NB, Core GB, Hoverman VR. The radial forearm flap donor site: should we vein graft the artery? A comparative study. *Plast Reconstr Surg.* 1993;91(5):865-870; discussion 871.
49. Muhlbauer W, Herndl E, Stock W. The forearm flap. *Plastic & Reconstructive Surgery.* 1982;70(3):336-344.
50. Muller W. [Split skin and full-thickness skin grafts]. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2000;4 Suppl 1:S314-321.
51. Nedelec B, Shankowsky HA, Tredget EE. Rating the resolving hypertrophic scar: comparison of the Vancouver Scar Scale and scar volume. *J Burn Care Rehabil.* 2000;21(3):205-212.
52. Netscher D, Armenta AH, Meade RA, Alford EL. Sensory recovery of innervated and non-innervated radial forearm free flaps: functional implications. *J Reconstr Microsurg.* 2000;16(3):179-185.
53. Powers PS, Sarkar S, Goldgof DB, Cruse CW, Tsap LV. Scar assessment: current problems and future solutions. *J Burn Care Rehabil.* 1999;20(1 Pt 1):54-60; discussion 53.

54. Richardson D, Fisher SE, Vaughan ED, Brown JS. Radial forearm flap donor-site complications and morbidity: a prospective study. *Plast Reconstr Surg.* 1997;99(1):109-115.
55. Riediger D. [Microsurgical soft tissue transplantation]. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2000;4 Suppl 1:S278-285.
56. Rieger JM, Zalmanowitz JG, Li SY, et al. Functional outcomes after surgical reconstruction of the base of tongue using the radial forearm free flap in patients with oropharyngeal carcinoma. *Head Neck.* 2007;29(11):1024-1032.
57. Samis AJ, Davidson JS. Skin-stretching device for intraoperative primary closure of radial forearm flap donor site. *Plast Reconstr Surg.* 2000;105(2):698-702.
58. Santamaria E, Wei FC, Chen IH, Chuang DC. Sensation recovery on innervated radial forearm flap for hemiglossectomy reconstruction by using different recipient nerves. *Plast Reconstr Surg.* 1999;103(2):450-457.
59. Schwenzler N, Ehrenfeld M. *Spezielle Chirurgie.* Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2002.
60. Shima H, Ohno K, Michi K, Egawa K, Takiguchi R. An anatomical study on the forearm vascular system. *Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* 1996;24(5):293-299.
61. Shindo ML, Sinha UK, Rice DH. Sensory recovery in noninnervated free flaps for head and neck reconstruction. *Laryngoscope.* 1995;105(12 Pt 1):1290-1293.
62. Sidebottom AJ, Stevens L, Moore M, et al. Repair of the radial free flap donor site with full or partial thickness skin grafts. A prospective randomised controlled trial. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2000;29(3):194-197.

63. Sinclair A, Johnston E, Badran DH, et al. Histological changes in radial forearm skin flaps in the oral cavity. *Clin Anat.* 2004;17(3):227-232.
64. Sleeman D, Carton AT, Stassen LF. Closure of radial forearm free flap defect using full-thickness skin from the anterior abdominal wall. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1994;32(1):54-55.
65. Soutar DS, McGregor IA. The radial forearm flap in intraoral reconstruction: the experience of 60 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg.* 1986;78(1):1-8.
66. Soutar DS, Scheker LR, Tanner NS, McGregor IA. The radial forearm flap: a versatile method for intra-oral reconstruction. *British Journal of Plastic Surgery.* 1983;36(1):1-8.
67. Stark B, Nathanson A. The free radical forearm flap: a reliable method for reconstruction of the laryngohypopharynx after in-contiguity resection. *Acta Oto-Laryngologica.* 1998;118(3):419-422.
68. Sullivan T, Smith J, Kermode J, McIver E, Courtemanche DJ. Rating the burn scar. *J Burn Care Rehabil.* 1990;11(3):256-260.
69. Suominen S, Ahovuo J, Asko-Seljavaara S. Donor site morbidity of radial forearm flaps. A clinical and ultrasonographic evaluation. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1996;30(1):57-61.
70. Swanson E, Boyd JB, Manktelow RT. The radial forearm flap: reconstructive applications and donor-site defects in 35 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg.* 1990;85(2):258-266.
71. Tane N, Aihara M, Inoue H. The use of artificial dermis on the donor defect of the free forearm flap. *J Reconstr Microsurg.* 1996;12(4):215-220.
72. Timmons MJ. The vascular basis of the radial forearm flap. *Plast Reconstr Surg.* 1986;77(1):80-92.

73. Timmons MJ, Missotten FE, Poole MD, Davies DM. Complications of radial forearm flap donor sites. *Br J Plast Surg*. 1986;39(2):176-178.
74. Toschka H, Feifel H, Erli HJ, Minkenberg R, Paar O, Riediger D. Aesthetic and functional results of harvesting radial forearm flap, especially with regard to hand function. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2001;30(1):42-48.
75. Urken ML, Weinberg H, Vickery C, Biller HF. The neurofasciocutaneous radial forearm flap in head and neck reconstruction: a preliminary report. *Laryngoscope*. 1990;100(2 Pt 1):161-173.
76. van der Lei B, Spronk CA, de Visscher JG. Closure of radial forearm free flap donor site with local full-thickness skin graft. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1999;37(2):119-122.
77. Vaughan ED. The radial forearm free flap in orofacial reconstruction. Personal experience in 120 consecutive cases. *J Craniomaxillofac Surg*. 1990;18(1):2-7.
78. Vesper M, Heiland M, Blake F, Flinzberg S, Schmelzle R. Clinical and histological results of sensory recovery after radial forearm flap transfer. *Clin Oral Investig*. 2002;6(2):114-118.
79. Victor Médard de C, Thierry B, Bérengère C-S, et al. The radial forearm free flap: a review of microsurgical options. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery : JPRAS*. 2009;62(1):5-10.
80. Vriens JP, Acosta R, Soutar DS, Webster MH. Recovery of sensation in the radial forearm free flap in oral reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 1996;98(4):649-656.
81. Webster HR, Robinson DW. The radial forearm flap without fascia and other refinements. *European Journal of Plastic Surgery*. 1995;18(1):11-13.

82. Winslow CP, Hansen J, Mackenzie D, Cohen JI, Wax MK. Pursestring closure of radial forearm fasciocutaneous donor sites. *Laryngoscope*. 2000;110(11):1815-1818.
83. Yang GF, Chen PJ, Gao YZ, et al. Forearm free skin flap transplantation: a report of 56 cases. 1981. *Br J Plast Surg*. 1997;50(3):162-165.
84. Zbrodowski A, Marty FM, Gumener R, Montandon D. Blood supply of the subcutaneous tissue of the upper limb and its importance in the subcutaneous flap. *Journal of Hand Surgery - British Volume*. 1987;12(2):189-193.
85. Zuidam JM, Coert JH, Hofer SO. Closure of the donor site of the free radial forearm flap: a comparison of full-thickness graft and split-thickness skin graft. *Ann Plast Surg*. 2005;55(6):612-616.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Modifizierter Vancouver Scar Scale	18
Tab. 2	2-Punkt-Diskriminationsschwelle.....	35
Tab. 3	Defizite der Muskelkraft des Entnahmearms bei 7 Patienten	45
Tab. 4	Subjektive Beschwerden im Bereich des Radialislappens	51
Tab. 5	Weitere subjektive Beschwerden im Kopf-Hals-Bereich.....	52
Tab. 6	Subjektive Beschwerden im Bereich des Unterarms.....	54
Tab. 7	Studien mit Nachuntersuchung des Radialislappens	59
Tab. 8	Studien mit Nachuntersuchung der Entnahmeregion des Radialislappens.....	70

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Geschlecht und Alter.....	22
Abb. 2	Anamnestische Besonderheiten (bei 37 der 50 Patienten)	23
Abb. 3	OP-Indikationen	24
Abb. 4	Tumorgröße	25
Abb. 5	Radio- und Chemotherapie der Tumorerkrankung.....	25
Abb. 6	Lokalisation des transplantierten Radialislappens	26
Abb. 7	Komplikationen im postoperativen Heilungsverlauf.....	27
Abb. 8	Komplikationen im Bereich des Radialislappens (bei 11 der 50 Patienten).....	28
Abb. 9	Zweiteingriffe (bei 16 der 50 Patienten)	29
Abb. 10	Zeitpunkt der Nachuntersuchung.....	30
Abb. 11	Transplantatgröße.....	31
Abb. 12	Resensibilisierung des Radialislappens über die Zeit	32
Abb. 13	Resensibilisierung des Radialislappens: Übersicht.....	34
Abb. 14	Narbenlänge der durch primäre Wundnaht verschlossenen Hautinzision im Bereich des Entnahmearms.....	37
Abb. 15	Flächengröße des Entnahmedefekts des Radialislappens	38
Abb. 16	Resensibilisierung des Vollhauttransplantats über die Zeit.....	40
Abb. 17	Umfang des Entnahme- und des Kontrollarms im Bereich des distalen Unterarms	41
Abb. 18	Umfang des Entnahme- und des Kontrollarms im Bereich des proximalen Unterarms.....	42
Abb. 19	Defizite in der Gelenkbeweglichkeit im Bereich des Entnahmearms.....	44
Abb. 20	Handgreifkraft im Bereich des Entnahme- und des Kontrollarms.....	46
Abb. 21	Scar-Wert der Narbe im Bereich des ventralen Unterarms	47
Abb. 22	Scar-Wert der Narbe in der Entnahmeregion der Vollhaut.....	48
Abb. 23	Subjektive Beschwerden im Untersuchungskollektiv: Übersicht	49
Abb. 24	Subjektive Beschwerden im Untersuchungskollektiv über die Zeit ..	50

Danksagung

Mein Dank gebührt in erster Linie Frau Dr. med. Dr. med. dent. Isabell Reuther für die Überlassung des Promotionsthemas sowie für die stets zeitnahe und engagierte Betreuung der Arbeit, von der anleitenden Unterstützung zu Beginn der klinischen Untersuchungen über die Hilfestellung beim Auswerten der Untersuchungsergebnisse bis hin zum sorgfältigen Korrekturlesen der Dissertationsschrift und den zahlreichen praktischen Tipps.

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Tobias Reuther bin ich für das kritische Korrekturlesen und die vielen wertvollen Hinweise zu Form und Inhalt der Dissertationsschrift sowie für die Übernahme des Referats sehr zu Dank verpflichtet.

Mein herzlicher Dank gilt auch Frau Prof. Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer für die Übernahme des Korreferats.

Frau Prof. Dr. rer. nat. Kathleen Wermke danke ich besonders für die ausführliche und kompetente Beratung zur elektronischen Textverarbeitung und zur Formatierung der Dissertationsschrift.

Ein großer Dank gebührt schließlich allen ärztlichen und nicht-ärztlichen Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg, die mir während der Aktenrecherche sowie der klinischen Untersuchungen mit Rat und Tat zur Seite standen und somit zum Gelingen dieser Arbeit beitrugen.

Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Veselin Milkov
Geburtsdatum	03. März 1985
Geburtsort	Varna, Bulgarien

Schulbildung

1992 – 1999	Grundschule „N.Y.Vaptsarov“, Varna
1999 – 2004	Erstes Fremdsprachengymnasium, Varna
2002 – 2003	Gymnasium Franziskaneum, Meißen, im Rahmen eines durch YFU geförderten Austauschjahres

Hochschulbildung

2004 – 2010	Studium der Zahnmedizin an der Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg
2007 – 2011	Doktorand an der Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Plastische Gesichtschirurgie der Universität Würzburg

Beruf

Seit Oktober 2010	Ausbildungsassistent in der Zahnärztlichen Gemeinschaftspraxis Dr. W. Hösl und ZA K. Hein, Berlin
-------------------	---

Berlin, den 07.09.2011
