

**Aus der Abteilung für Parodontologie
(Leiter: Prof. Dr. med. dent. U. Schlagenhauf)
in der Poliklinik für Zahnheilkunde der Universität Würzburg
(Direktor: Prof. Dr. med. dent. B. Klaiber)**

**Palatinale Bindegewebsstransplantate
eine klinische Studie über postoperative neurosensorische
Dysfunktionen
der Donorregion**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von
Michael Rothermel
aus Krumbach**

Würzburg, Februar 2013

Referent: Priv.-Doz. Dr. med. dent. Stefan Fickl

Korreferent: Prof. Dr. Kathleen Wermke

Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 14.5.2014

Der Promovend ist Zahnarzt

meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

1	Einleitung.....	1
1.1	Einführung in den Themenbereich des subepithelialen Bindegewebetransplantats.....	1
1.2	Anatomie des Gaumens.....	1
1.2.1	Makroskopische Anatomie.....	1
1.2.2	Perfusion	2
1.2.3	Mucosa	2
1.2.4	Mikroskopische Anatomie der Mucosa	3
1.2.5	Funktionelle Aufgaben.....	3
1.2.6	Neurosensorische Versorgung des Palatums.....	3
1.3	Gewebestransplantate	5
1.3.1	Subepitheliales Bindegewebetransplantat	5
1.3.1.1	Historie	5
1.3.1.2	Indikation	6
1.3.1.3	Klinisches Prozedere	7
1.3.2	Wundheilung.....	10
1.4	Neurosensorische Testmethoden	12
1.5	Ziele der Studie	13
2	Material und Methoden.....	14
2.1	Patienten	14
2.1.1	Anzahl, Geschlecht, Voraussetzungen und Ausschlusskriterien ..	14
2.1.2	Chirurgischer Eingriff	15
2.2	Untersucher.....	15
2.3	Studienprotokoll	16
2.3.1	Testdesign	16
2.3.2	Messungen	17
2.3.3	Fragebogen	18
2.4	Statistische Methoden	20
3	Ergebnisse	22
3.1	Überblick der statistischen Auswertung.....	22
3.2	2 Punkt Diskrimination.....	23
3.2.1	Kofaktorenanalyse der 2 Punkt Diskrimination	26
3.3	Soft Touch.....	28
3.4	Spitz-Stumpf-Test.....	28
3.4.1	Kofaktorenanalyse des Spitz-Stumpf-Tests	30
3.5	Temperatur.....	31
3.5.1	Kofaktorenanalyse des Temperaturtests	32
3.6	Befragung.....	34
3.6.1	Kofaktorenanalyse der Befragung	35
3.7	Verifizierung der Messdaten.....	38
4	Diskussion.....	40
4.1	Diskussion der Methode.....	40
4.1.1	Studiendesign	40
4.1.2	Patienten	41
4.1.3	Untersucher	41

4.1.4	Messungen	41
4.2	Diskussion der Ergebnisse	43
4.2.1	2 Punkt Diskrimination	43
4.2.2	Soft Touch	46
4.2.3	Spitz-Stumpf-Test	46
4.2.4	Temperatur	47
4.2.5	Fragebogen	48
5	Zusammenfassung	50
6	Literaturverzeichnis	53

1 Einleitung

1.1 Einführung in den Themenbereich des subepithelialen Bindegewebetransplantats

Die Parodontologie befasst sich mit der Verankerung des Zahns im Alveolarknochen, sie gliedert sich auf in konservative und chirurgische Parodontaltherapie. Die chirurgische Parodontologie wird weiter in regenerative, plastische und resective Parodontal-Chirurgie (PA Chirurgie) unterteilt. Ziel ist die Konser-vierung bzw. das Wiederherstellen eines funktionellen Parodonts. Dabei sind eine entzündungsfreie Gingiva, ein integerer Übergang zwischen Saumepithel und Zahn zum Schutz der darunterliegenden Strukturen sowie das Fehlen von pathologischen Zahnfleischtaschen >3mm die wichtigsten Parameter. In der Parodontologie werden verschiedene Behandlungsmöglichkeiten und Behandlungskonzepte genutzt, um diese Situation zu erhalten bzw. wiederherzustellen. Eine Option stellt das Bindegewebetransplantat (BGT) dar, das in der moder-nen PA Chirurgie eine wichtige Stellung einnimmt. Es wird palatinal entnom-men, transplantiert und übernimmt an der Empfängerregion funktionelle und ästhetische Aufgaben.

1.2 Anatomie des Gaumens

1.2.1 Makroskopische Anatomie

Der Gaumen ist Teil der Maxilla und befindet sich in der Cavitas oris propria. Entwicklungsgeschichtlich entsteht das Palatum aus der Verschmelzung der beiden lateralen Oberkieferwülste mit dem medialen Oberkieferwulst. Es bildet die Grenze der Cavitas oris propria und des Cavum nasi und wird unterteilt in Palatum molle und Palatum durum. Os incisivum, Os palatinum und die Maxilla bilden den knöchernen Anteil des Palatum durum. Median verläuft die Sutura palatina media als Verbindung der rechten und linken Hemisphäre. Blutgefäße und Nerven ziehen durch das median gelegene Foramen incisivum sowie die paarig angelegten weiter dorsal liegenden Foramina palatina majores und mino-

res zum Palatum. Weitere wichtige knöcherner Strukturen in unmittelbarer Nachbarschaft sind Vomer und Processus pterygoideus. Zudem kann das palatinale Kiefergewölbe je nach vertikaler Ausdehnung wie von Reiser et al. beschrieben als hoch, mittelhoch und niedrig klassifiziert werden¹. Das Palatum molle wird gebildet durch das Velum palatinum und die Uvula mit den zugehörigen Muskeln M. tensor veli palatini, M. levator veli palatini und M. uvulae².

1.2.2 Perfusion

Die arterielle Versorgung erfolgt durch die A. palatina ascendens, A. palatina descendens und die A. pharyngea ascendens. Die A. palatina descendens stammt aus der A. maxillaris und verläuft durch den Canalis palatinus major. Dort spaltet sie sich auf in A. palatina major und Aa. palatinae minores. Die A. palatina major zieht durch das Foramen palatinum majus zum Palatum. Die Aa. palatinae minores verlaufen durch die Canales palatini minores und treten durch die Foramina palatina minora in die Cavitas oris propria ein. Die A. palatina ascendens ist Ast der A. facialis, die A. pharyngea ascendens stammt aus der A. carotis externa. Der Plexus pterygoideus bildet das ableitende System für das venöse Blut, über ihn gelangt das Blut in die V. jugularis².

1.2.3 Mucosa

Die orale Mucosa wird nach ihrer Funktion in auskleidende, spezialisierte und mastikatorische Mucosa klassifiziert. Die spezialisierte Gingiva befindet sich auf dem Zungenrücken und enthält Papillen, die der Geschmackswahrnehmung und dem Schutz vor thermischen und chemischen Noxen dienen. Die mastikatorische Gingiva (attached Gingiva) befindet sich auf dem Processus alveolaris und dem Palatum durum. Das darunterliegende straffe Bindegewebe ist dem Palatum über Knochenbälkchen unverschieblich aufgelagert. Die auskleidende Gingiva oder „lining gingiva“ bedeckt den restlichen Teil der Cavitas oris propria und geht fließend in die Schleimhaut des Rachens und des Lippenrots über. Die Schleimhaut des harten Gaumens ist mit kleinen Speicheldrüsen unterfüttert und durch Rugae transversae untergliedert. Sie ist mit dem Knochen über derbe Bindegewebszüge fixiert. Weitere erkennbare Strukturen sind die Papilla incisiva (gebildet durch Foramen incisivum), die Foveolae palatinae (lateral am

Übergang zwischen harten und weichen Gaumen) und der Torus palatinus (längs der Sutura palatina).

1.2.4 Mikroskopische Anatomie der Mucosa

Histologisch ist das Epithel der Gaumenschleimhaut aufgebaut aus Stratum basale, Stratum spinosum, Stratum granulosum und Stratum corneum. Das Stratum corneum ist orthokeratinisiert (keine Zellkernreste) oder parakeratinisiert (Zellkernreste vorhanden). Das Epithel liegt der Lamina propria auf. Sie besteht zu 60% aus Kollagenfasern, 5% Fibroblasten, elastischen Fasern, Oxytalanfasern, Retikulinfasern, Gefäßen, Nerven und Matrixsubstanz. Es finden sich zudem Makrophagen, Mastzellen, neutrophile Granulozyten, Lymphozyten und Plasmazellen. Das Bindegewebe strahlt durch Reteleisten in das Epithel ein³.

1.2.5 Funktionelle Aufgaben

Funktionelle Aufgaben des Gaumens sind neben der Trennung von Mund und Nasenraum die Beteiligung am Schluckakt, die Speichelproduktion und das Bilden eines Widerlagers für die Zunge.

1.2.6 Neurosensorische Versorgung des Palatums

Die sensible Innervation der palatinalen Schleimhaut erfolgt durch den N. maxillaris, dem 2. Hauptast des N. trigeminus. Dabei sind N. nasopalatinus, N. palatinus major und die Nn. palatini minores beteiligt, sie verzweigen sich in der Fossa pterygopalatina. Der N. nasopalatinus zieht über die Nasenscheidewand durch den Canalis incisivus über das Foramen incisivum zum Pars anterior des Palatums. Dort spaltet er sich auf in die Rr. septales posteriores. Der N. palatinus major verläuft über den Canalis palatinus major durch das Foramen palatinum majus zum dorso-lateralen Teil des Palatum durum. Die Nn. palatini minores gelangen über die Canales palatini minores und die zugehörigen Foramina palatina minora zum Palatum molle. Die überwiegende Mehrzahl der sensiblen Kerne der Trigeminafferenzen liegen im Ganglion Gasseri. Ebenso übernehmen die Äste des N. trigeminus die sympathische und parasympathische Versorgung der kleinen Speicheldrüsen mit Ursprung im Nucleus salivatorius superior und Ganglion cervicale superius⁴.

Die afferenten Nervenbahnen enden an morphologisch unterschiedlich aufgebauten Neurosensoren, die das anatomische Korrelat der sensiblen Wahrnehmung darstellen. Es werden vier verschiedene Sensortypen unterschieden. Neben der unterschiedlichen Morphologie der Nervenendigungen beruht die Einteilung auf funktionellen Unterschieden im Bezug auf das Adaptionsverhalten sowie der Begrenzung des Rezeptorfeldes.

Zwei Sensortypen adaptieren überschwellige Reize sehr schnell (Fast Adapting, FA), weitere zwei Typen zeigen zu jedem Zeitpunkt des Reizes eine Entladungsrates proportional der Reizintensität (Slowly Adapting, SA).

Zwei Sensortypen weisen kleine, scharf begrenzte (I), zwei weitere eher größere, unscharf begrenzte Rezeptorfelder (II) auf, die auch umfangreichere Hautdeformationen registrieren.

FA I: Meissner Körper

FA II: Vater-Pacini Körper

SA I: Merkel Zellen

SA II: Ruffini Körper

Freie Nervenendigungen^{2,5}

Halata und Baumann konnten in einer histologischen Studie an Rhesus Affen diese Vielzahl an Neurosensoren in der mastikatorischen Mucosa von Primaten bestätigen⁶. Auf Grund der engen genetischen Verwandtschaft zwischen Affe und Mensch werden diese Ergebnisse als für den Mensch vergleichbar angesehen. Die Aufgabe der Nervenendigungen liegt im Schutz der Mucosa vor thermischen, mechanischen und chemischen Reizen. Zudem spielen sie zusammen mit den Nervenendigungen der übrigen Mundhöhle eine wichtige Rolle beim Schluckakt und in der propriozeptiven Verarbeitung des Nahrungsbolus.

1.3 Gewebstransplantate

In der Medizin wird generell unterschieden zwischen freien und gestielten Transplantaten.

Gestielte Transplantate bleiben nach der Verpflanzung mit der Spenderregion über einen Gewebestiel verbunden. Dieser kann sich aus Gefäßen, Nerven, Bindegewebe, Muskeln und Epithel zusammensetzen. Somit können sie nur in unmittelbarer Nachbarschaft verpflanzt werden.

Freie Transplantate werden komplett von der Spenderregion abgetrennt und an anderer Stelle eingepflanzt. Das Bindegewebetransplantat fällt in diese Klasse. Eine Sonderform des freien Transplantats ist das mikrochirurgische Transplantat. Hierbei wird ein versorgendes Gefäß mit entnommen, das in der Empfängerregion an bestehende Strukturen anastomosiert wird. Die Indikation für ein mikrochirurgisches Transplantat ist jedoch in der Parodontologie nicht gegeben. Typischer Einsatzbereich ist die plastische Rekonstruktion nach Tumorresektionen.

1.3.1 Subepitheliales Bindegewebetransplantat

Das subepitheliale Bindegewebetransplantat gehört zu den Standardtransplantaten der Parodontalchirurgie. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Entnahme sowie unterschiedliche Einsatzbereiche. Die wichtigste Spenderregion ist die palatinale Mucosa.

1.3.1.1 Historie

In den 60er Jahren wurde die Transplantation von freien Schleimhauttransplantaten (FST) in der Mundhöhle von Bjorn⁷ und King und Pennel⁸ eingeführt. Es wurde palatinales Bindegewebe mit dem darüber liegenden Epithel entnommen und an anderer Stelle verpflanzt. Indikationen waren die Vestibulumsplastik, die Verbreiterung der mastikatorischen Gingiva und die Deckung von gingivalen Rezessionen⁹⁻¹¹. Als nachteilig erwiesen sich die schlechte Perfusion des FSTs, ästhetische Defizite im Bereich der Farbe und die sekundäre Wundheilung am Gaumen.

Aus dem FST entwickelte sich die Transplantation von subepitheliale Binde- gewebe. Gordon et al. (1968)¹², Karring et al. (1971)¹³ und Plagman et al. (1971)¹⁴ waren an dieser Entwicklung beteiligt. Die erste Transplantation eines BGTs beim Menschen gelang Edel 1974 zur Verbreiterung der mastikatorischen Gingiva¹⁵. 1980 wurde das BGT von Langer und Calagna¹⁶ zur Kiefer- kammaugmentation eingesetzt. Verschiedene Verfahren zur Deckung gingivaler Rezessionen folgten^{17,18}.

1.3.1.2 Indikation

In der modernen Parodontalchirurgie spielt die Entnahme des BGTs vom Gau- men eine wichtige Rolle. Prinzipielle Indikationen sind funktionelle Defekte der Mucosa, bei denen in diesem Behandlungsspektrum freiliegende Zahnhälse eine zentrale Position einnehmen. Das Einsatzgebiet des BGTs liegt daher v.a. in Rezessionsdeckungen¹⁹⁻²⁴.

Die funktionelle Grundlage der meisten Einsatzmöglichkeiten liegt darin, dass sich das vom BGT abgelöste Epithel im Heilungsverlauf an neuer Stelle bildet¹². Im Bindegewebe ist die genetische Information des darüber liegenden Epithels gespeichert, dies wird bei der Verwendung des BGTs genutzt. Nach der Trans- plantation kann sich das Epithel z.B. bei einer Rezessionsdeckung neu ausbil- den. Somit sind nicht, wie zuerst angenommen, funktionelle Stimuli, sondern die Determination im Bindegewebe für die Differenzierung des Epithels verantwort- lich. Karring et al belegten dies 1971 anhand einer Studie an Affen. Sie trans- plantierten BGTs der keratinisierten Gingiva in Bereiche der auskleidenden, nicht keratinisierten Mucosa. Die BGTs waren nach der Einheilungsphase wie- der mit keratinisierter Gingiva reepithelisiert, die dieselben Charakteristika wie das reguläre Epithel der Spenderregion aufwies^{12-14,25}. Da das BGT meist im Sinne einer Einlageplastik verwendet wird, hat es den weiteren Vorteil einer beidseitigen Blutversorgung durch die Lappenseite und durch das Empfänger- bett. Dadurch wird die Einheilung des Transplantats begünstigt und das Risiko einer Nekrose herabgesetzt. Vorteile des BGTs im Vergleich zum FST sind so- mit die bessere Perfusion des Transplantats, geringerer postoperativer Diskom- fort an der Entnahmestelle und bessere Resultate hinsichtlich Farbe und Ästhe- tik²⁶.

1.3.1.3 Klinisches Prozedere

In der Literatur wurden zahlreiche Gewinnungsverfahren für ein BGT beschrieben^{15-17,27-29}. Die BGTs dieser Studie wurden mit der Single Incision Technik²⁷, der Parallel Incision Technik oder dem Trap Door Approach¹⁵ entnommen. Dabei wird jeweils das Bindegewebe der palatinalen Mucosa vom Epithel und seiner Umgebung gelöst, entnommen und die entstandene Wunde primär verschlossen. Auch die Entnahme eines erst nach Gewinnung deepithelisierten freien Schleimhauttransplantats ist möglich, was allerdings mit erhöhtem postoperativem Diskomfort in Bezug auf Schmerzen und Blutung verbunden ist^{23,30,31}. Der Vorteil letzterer Technik besteht in der einfachen Durchführung sowie der Möglichkeit einer Entnahme selbst bei geringer palatinaler Schleimhautdicke.

Die Entnahmestelle wird ausgewählt anhand der Größe des benötigten BGTs sowie einer vorherig durchgeführten Dickenmessung der palatinalen Schleimhaut. Eine adäquate Dicke der unterminierten palatinalen Schleimhaut ist bei der Entnahme eines deepithelisierten BGTs nötig, um eine Desquamation des Epithels auf Grund von Durchblutungsstörungen zu verhindern^{15,18,23}. Die Dicke der Schleimhaut kann präoperativ unter Lokalanästhesie mit Hilfe einer Sonde bestimmt werden. Zwischen mesialem Linienwinkel der palatinalen Wurzel des ersten Molaren und dem distalen Linienwinkel des Eckzahns ist die größte Gewebedicke zu erwarten¹. Bei einem hohen Gaumen ist die Entnahme eines größeren Transplantats möglich als im flachen Gaumen. Des Weiteren ist bei der Entnahme des BGTs darauf zu achten, das neurovaskuläre Bündel nicht zu verletzen. Es kann zwischen 7 und 17mm (flacher Gaumen und hoher Gaumen) von der Schmelz Zement Grenze der Oberkiefer Seitenzähne entfernt verlaufen. Der Verlauf der Gefäße und Nerven folgt einer Furche, die präoperativ palpirt werden kann. Die palatinale Arterie senkt sich anterior bis zur Papilla incisiva, wo auch der N. palatinus verläuft. Deshalb sollte die Spenderregion maximal bis zum distalen Linienwinkel der Eckzähne ausgedehnt werden¹.

Im Folgenden wird das klinische Prozedere der für diese Studie angewendeten Entnahmetechniken beschrieben:

Single Incision Technik

Bei der Lokalanästhesie des N. palatinus major und N. nasopalatinus mit vaso-konstriktorischem Zusatz ist darauf zu achten, dass die palatinale Spenderregion selbst nicht infiltriert wird, um einen Transport des Vasokonstringens in das Empfängerbett zu verhindern. Mit einem #15 Skalpell wird eine horizontale Inzision 2mm parallel der marginalen Gingiva bis zum Knochen angelegt. Der Winkel der Klinge zum Knochen beträgt 90°. Die Länge der Inzision ist dabei abhängig vom Verwendungszweck des BGTs. Nach der ersten Inzision wird der Winkel der Klinge auf ca. 135° geändert und eine unterminierende Präparation nach median durchgeführt, wobei sich der Winkel des Skalpells bei jeder weiteren Klängenbewegung nach median stetig abflacht, bis das Skalpell und der Knochen annähernd parallel sind. Die Präparation des Spaltlappens sollte von außen überwacht werden, ohne das Gewebe dabei anzuheben. Dieses Prozedere wird solange durchgeführt, bis das unterminierte Gebiet die Größe des Transplantats erreicht hat. Ziel ist es einen Mucosa-Lappen mit einer einheitlichen Dicke von 1-1,5 mm zu präparieren, ohne dass vertikale Inzisionen angelegt werden. Das darunterliegende BGT wird durch eine mesiale, mediane und distale Inzision vom umliegenden Bindegewebe separiert, ohne dabei das darüber liegende Epithel zu perforieren. Mit einem Raspatorium wird das Transplantat vom Knochen gelöst. Mit dieser Technik kann ein ca. 2 mm dickes BGT gewonnen werden (*Abb. 1*).

Vor dem Nahtverschluss kann eine kollagene Matrix in die nun leere Tasche eingebracht werden, um beim Heilungsprozess die äußere Form des Gaumens beizubehalten. Die Inzision wird mit fortlaufenden Nähten verschlossen. Postoperativ wird der Patient angewiesen, zweimal täglich mit 0,12% Chlorhexidin Lösung zu spülen. Die Nähte werden nach ca. 7-10 Tagen entfernt. Bei Bedarf ist eine nichtsteroidale antiinflammatorische Medikation zu verordnen²⁷.

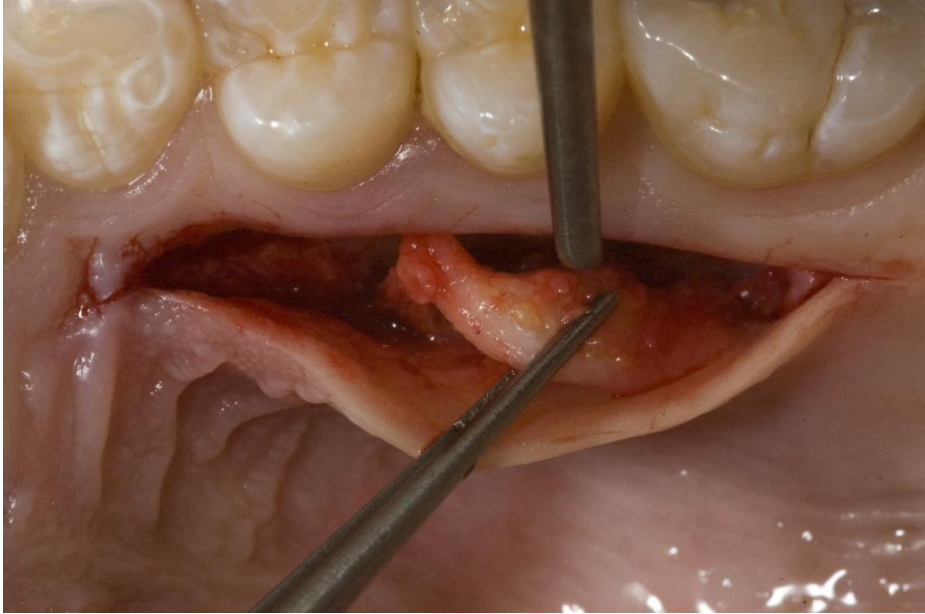


Abb.1: Ablösung und Entnahme des BGTs / PD Dr. S. Fickl, Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Julius Maximilians Universität Würzburg, Abteilung Parodontologie.

Parallel Incision Technik

Zu Beginn der Entnahme des BGTs wird die Größe und Form des Empfängerbettes mittels Zinnfolie übertragen. Für die Primärinzision wird 3,5 mm von der marginalen Gingiva entfernt eine gerade partielle (2 mm tiefe) Inzision angelegt, die der Breite des gewünschten BGTs entspricht. 1 mm koronal der ersten erfolgt die Sekundärinzision bis auf den Knochen senkrecht zur Gewebeoberfläche. Zuerst wird ein #15-Skalpell, dann bis auf den Knochen ein Kirklandmesser verwendet. Mesial und distal wird eine vertikale Inzision in der Länge des geplanten BGTs bis auf den Knochen durchgeführt. Der primäre Lappen wird mit einer Pinzette abgehalten und mit einem Skalpell in die Tiefe präpariert, dabei darf der deckende Lappen nicht perforiert werden. Der partielle Lappen sollte 1,5-2 mm stark sein. Mit einem schmalen Raspatorium (Molt-Knochenkürette, Wachsspatel 7a oder Kirklandmesser) wird das Transplantat vorsichtig vom Knochen gelöst. Mit einem Skalpell #15 wird die Basis der Primärinzision erweitert und das BGT vom Knochen separiert. Das BGT wird in physiologische Kochsalzlösung gelegt, der palatinale Lappen zurückgeschlagen und vernäht. Der belassene Epithelrand erleichtert die Naht an der Empfängerstelle und soll-

te zur Verbesserung der Ästhetik koronal der Schmelz-Zement-Grenze platziert werden²⁶.

Trap Door Approach

Edel beschreibt 1974 zwei Methoden. Bei der ersten Methode wird mit einem #15 Skalpell ein primärer, gestielter Spaltlappen präpariert, dessen Basis breiter als sein freies Ende ist. Der Spaltlappen wird mit einem Haken zurückgeklappt. Das dem Periost aufliegende Bindegewebe wird mit einem frischen #15 Skalpell in der benötigten Größe entnommen. Um die Mitentnahme von kleinen palatinalen Speicheldrüsen zu verhindern, ist darauf zu achten nicht zu tief in die palatinale Mucosa einzudringen. Der primäre Spaltlappen wird replaziert, zwei Minuten angepresst und vernäht. Nach einer Woche werden die Nähte gezogen, es wird kein palatinaler Wundverband benötigt.

Bei der zweiten Methode wird ein palatinaler Mukoperiostlappen präpariert. Die Primärinzision wird parallel zur marginalen Gingiva bis auf den Knochen angelegt. Der Volllappen wird gehoben, und mit einem neuen Skalpell ausgedünnt. Das entstandene BGT wird auf die übliche Art für das Empfängerbett vorbereitet. Der ausgedünnte palatinale Lappen wird replaziert, zwei Minuten angepresst und vernäht. Nach einer Woche werden die Nähte gezogen, falls notwendig wird ein palatinaler Wundverband angebracht¹⁵. Im Gegensatz zur Methode 1, bei der es in sechs von sechs Fällen zu einer Lappennekrose kam, verlief die Heilung der Entnahmestelle bei Methode 2 in allen Fällen unauffällig.

1.3.2 Wundheilung

Allgemein muss zwischen primärer und sekundärer Wundheilung unterschieden werden. Die Art des Heilungsverlaufs entscheidet sich je nach Methode der BGT Entnahme. Die in dieser Studie verwendeten chirurgischen Techniken streben alle eine *sanatio per primam intensionem* an. Dabei werden die klassischen Phasen der Wundheilung durchlaufen:

- Exsudative Phase: Vasokonstriktion, Blutgerinnung und Fibrinbildung stehen im Vordergrund. Faktor XIII fördert die Bildung von Leitschienen zur Migration von Fibroblasten.
- Resorptive Phase: Granulozyten und Makrophagen bauen nekrotische Wundbereiche ab. Zellmediatoren und Wachstumsfaktoren stimulieren die Neoangiogenese, Zellteilung und Kollagensynthese.
- Proliferationsphase: Granulationsgewebe füllt die Wunde. Histozyten differenzieren sich zu Fibroblasten. Kapillarproliferation findet statt. Regulierend über ihre Signalpeptide wirken weiterhin Makrophagen. Myofibroblasten führen zu einer Wundkontraktion.
- Regenerationsphase: Die Gewebekontinuität wird wieder hergestellt. Bindegewebe füllt die Wunde aus. Die Epithelialisierung wird abgeschlossen³².

In histologischen Untersuchungen wurde gezeigt, dass das Remodeling der palatinalen Mucosa nach BGT Entnahme nach ca. neun Wochen abgeschlossen ist. Der histologische Befund gleicht dem Befund vor der ersten Transplantentnahme: Die Reepithelialisierung ist abgeschlossen, die Lamina propria ist zusammengesetzt aus dicken, dichten Verflechtungen von Kollagenfasern und verstreuten kleinen Blutgefäßen.

Zwar ist bereits nach sechs bis sieben Wochen die oberflächliche Reepithelialisierung komplett, allerdings besteht die Lamina propria aus proliferierenden Fibroblasten, lose angeordneten Kollagenfasern und einem dünnen Gefäßkanal. Dieser Befund deutet darauf hin, dass das Bindegewebe noch im Aufbau ist³³. Aus diesem Grund beträgt die Wartezeit mindestens neun Wochen, um an derselben Donorregion ein zweites BGT vergleichbarer Qualität zu entnehmen.

Bei den heute gängigen Entnahmemethoden tritt in der Regel eine ereignislose Wundheilung ein^{15,17,27,33,34}. Trotzdem können Komplikationen in Form einer Lappennekrose entstehen¹⁵. Del Pizzo et al. verglichen drei verschiedene Entnahmetechniken, den Trap Door Approach, die Single Incision Technik und die Entnahme eines freien Schleimhaut Transplantats. Zwischen den beiden Methoden zur Entnahme von subepitheliale Bindegewebe konnten keine signifikanten Unterschiede in Heilung und Diskomfort festgestellt werden. Allerdings wiesen sie in der ersten postoperativen Woche eine geringere Nachblutungsrate sowie geringeren Diskomfort auf als bei der Entnahme eines freien Schleimhauttransplantats³⁰.

1.4 Neurosensorische Testmethoden

In der Medizin und Zahnmedizin kann es v.a. nach chirurgischen Eingriffen zu Sensibilitätsstörungen oder nervalen Ausfällen kommen. Diese Dysästhesien lassen sich einordnen in Anästhesie, Parästhesie, Hypästhesie und Hyperästhesie. Die funktionelle Schädigung eines Nervs muss im Heilungsprozess, bzw. Krankheitsverlauf evaluiert werden, um Progredienzen oder rückläufige Entwicklungen der Störung frühzeitig zu erkennen. Dies stellt sich allein auf Grund der Variablen Untersucher / Patient und der unterschiedlichen Wahrnehmung der verschiedenen Patienten klinisch sehr schwierig dar. Um trotzdem zuverlässige Informationen über den Zustand des Nervs zu erhalten, müssen objektive, klinisch durchführbare Testmethoden verwendet werden³⁵.

Die neurosensorischen Tests sind je nach stimuliertem Rezeptor aufgeteilt in mechanozeptive und nozizeptive Tests. Die mechanozeptiven Rezeptoren werden mit dem Test der minimalen 2 Punkt Diskrimination (Es wird gemessen, ab welchem räumlichen Abstand die simultane Berührung der Haut mit zwei Spitzen auch als zwei Berührungen wahrgenommen wird / Simultanschwelle.) und dem Soft Touch Test (Es wird die minimale Empfindlichkeit der Haut auf Berührung getestet / Minimalschwelle.) angesprochen. Nozizeptive Tests sind der Spitz-Stumpf-Test (Der Patient muss Berührungen eines spitzen und eines

stumpfen Gegenstandes richtig zuordnen.) und der Temperaturtest (Der Patient muss Temperaturunterschiede erkennen.)³⁶.

Bei der minimalen 2 Punkt Diskrimination werden dicke, myelinisierte, langsam adaptierende (SA) A α Fasern erregt. Die Soft Touch Wahrnehmung erfolgt über dicke myelinisierte schnell adaptierende (FA) A α Fasern. Der Spitz-Stumpf-Test spricht selektiv kleine myelinisierte A δ Fasern an. Kleine myelinisierte und unmyelinisierte A δ und C Fasern vermitteln die Temperaturempfindung³⁷.

Es gibt eine Reihe von Möglichkeiten, diese Tests durchzuführen, entscheidend für die Verwendung ist die Verfügbarkeit im klinischen Alltag. Dies bedeutet, es werden Testmethoden mit einfachem Ablauf und geringem apparativen Aufwand bevorzugt. Die hier verwendeten Methoden kommen u.a. bei postoperativen Verlaufskontrollen nach Nervschädigung zum Einsatz und werden im Kapitel 2 ausführlich erläutert (2.3.2 Messungen).

1.5 Ziele der Studie

Ziel der Studie war die Quantifizierung neurosensorischer Dysfunktionen der Donorregion nach BGT Entnahme am Palatum. Um eine fundierte und objektive Aussage treffen zu können, sollten wissenschaftlich bewährte Tests die Basis der Untersuchung bilden. Die Operationalisierung ermöglicht die Umsetzung des subjektiven Wahrnehmens der Patienten in statistisch verwertbare Daten.

Neben der durch neurosensorische Tests belegten objektiven Beurteilung sollte auch die subjektive Empfindung der Patienten berücksichtigt werden. Hierbei standen eventuelle Dysfunktionen im Fokus: blieben diese unterschwellig oder wurden sie per se als solche vom Patienten wahrgenommen.

Eine weitere Intention der Studie war der Vergleich zwischen objektiver Dysfunktion und subjektivem Empfinden: Stimmen diese beiden Komponenten miteinander überein oder liegen Diskrepanzen vor?

Mit Hilfe des Ergebnisses sollte eine qualifizierte Aussage über Ausmaß und Häufigkeit einer Nervschädigung getroffen werden, die als Grundlage zur präoperativen Patientenaufklärung vor BGT Entnahme dienen kann.

2 Material und Methoden

2.1 Patienten

2.1.1 Anzahl, Geschlecht, Voraussetzungen und Ausschlusskriterien

Die Studienpopulation besteht aus $n = 30$ Patienten im Alter von 19 bis 71 Jahren. Das mittlere Alter betrug $41,7 \pm 15,1$ Jahre, der Altersmedian war 40,5 Jahre mit einem 68%-CI von 23,6 bis 46,4 Jahren. 5 Patienten (17%) waren männlich und 25 weiblich (Tabelle 1).

Tabelle 1. Geschlecht und Alter. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem χ^2 -U-Test nach Mann und Whitney.

Geschlecht	n	%	Alter in Jahren				p	
			MW	ST	Median	68%-CI		
männlich	5	16,7%	47,6	16,5	54,0	32,6	59,4	0,39
weiblich	25	83,3%	40,6	14,9	40,0	22,8	56,2	
gesamt	30	100,0%	41,7	15,1	40,5	23,6	56,4	–

Ihnen wurde ein palatinales BGT entnommen (13 im 1. Quadranten, 18 im 2. Quadranten – bei einer Patientin wurde mit drei monatigem Abstand ein zweites BGT im 1. Quadranten entnommen). Die Operationen fanden im Zeitraum von Februar 2010 bis März 2011 am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Julius Maximilians Universität Würzburg, Abteilung Parodontologie statt.

Die Untersuchung für diese Studie erfolgte zwischen 3,5 und 17 Monate postoperativ, im Mittel $10,8 \pm 4,4$ Monate. Dabei wurde die Zeitspanne auf einen halben Monat genau angegeben, hierzu wurde bei Bedarf auf-, bzw. abgerundet.

Der Median betrug 12 Monate mit einem 68%-CI von 4,8 bis 15,2 Monaten (Tabelle 2).

Tabelle 2. Gaumenform, Quadrant, Zeit seit Operation. Anzahl und Prozentsatz der 30 Patienten.

		Anzahl	%
Gaumenform	flach	1	3,33
	normal	22	73,33
	hoch	7	23,33
Quadrant	I	12	40,00
	II	18	60,00
Zeit seit Operation	3,5 – 5,5 Monate	7	23,33
	7 – 8,5 Monate	4	13,33
	10,5 – 12 Monate	4	13,33
	12,5 – 14,5 Monate	9	30,00
	15 – 17 Monate	6	20,00

Voraussetzungen zur Teilnahme waren neben dem Einverständnis des Patienten eine vorangegangene, einseitige palatinale BGT Entnahme am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Julius Maximilians Universität Würzburg, Abteilung Parodontologie. Ausschlusskriterium war die beidseitige palatinale BGT Entnahme.

Die Patienten konnten unmittelbar nach der Untersuchung ihre gewohnte häusliche Mundhygiene fortsetzen, ohne auf weitere Besonderheiten achten zu müssen.

2.1.2 Chirurgischer Eingriff

Die Operationen wurden nach der Single Incision Technik, Parallel Incision Technik oder dem Trap Door Approach durchgeführt. Die Wundversorgung fand durch fortlaufende Gore-Tex 5.0 Nähte statt. Die Operateure waren parodontal geschulte Mitarbeiter des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Julius Maximilians Universität Würzburg, Abteilung Parodontologie.

2.2 Untersucher

Die für dieses Studienvorhaben relevanten klinischen Messungen wurden von einem unabhängigen Untersucher (MR) durchgeführt, der vor Beginn der Studie trainiert wurde. Das Training erfolgte anhand von Kunststoffmodellen und einer

digitalen Waage. Dadurch ist ein möglichst definierter Sondendruck bei der Messung der minimalen 2 Punkt Diskrimination und dem Spitz-Stumpf-Test von 0,25 N gegeben.

2.3 Studienprotokoll

2.3.1 Testdesign

Die Messungen wurden auf beiden Seiten des Gaumens mit Hilfe eines angezeichneten Rasters vorgenommen. In jeweils 5, 10, 15 mm Entfernung von der marginalen Gingiva verlaufen in anterior-posteriorer Richtung Begrenzungslinien des Rasters. Auf Höhe der Eckzähne (C), Prämolaren 1 (P1), Prämolaren 2 (P2), Molaren 1 (M1) verlaufen senkrecht dazu in transversaler Richtung Begrenzungslinien. Die Messungen (siehe 2.3.2) erfolgten im Zentrum der sechs durch die Begrenzungslinien aufgezeichneten Rechtecke (siehe Abb. 2).

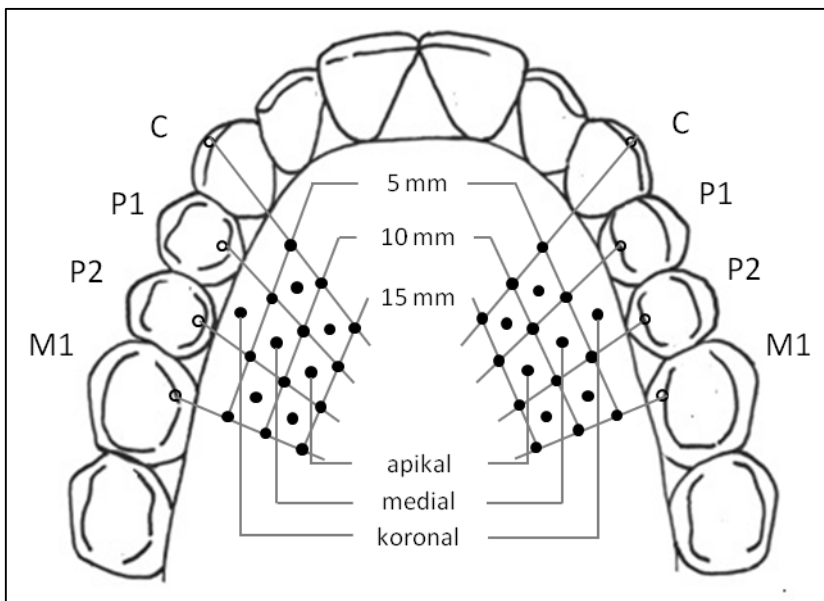


Abb. 2: Schematische Darstellung des Rasters. Angelehnt an Buff et al; 2009 in *Quintessence International*; S. 482

Die Messergebnisse wurden durch wiederholtes Messen an 3 Patienten (10% von n) überprüft.

Alle Messungen wurden zuerst als Kontrolle und zur Kalibrierung an der nicht operierten Seite durchgeführt, danach folgten die Messungen an der operierten Seite.

Auf Grund der unterschiedlichen anatomischen Situation wurde jeder Gaumen als hoch, normal bzw. tief klassifiziert. Dies erfolgte nach Einschätzung des Untersuchers (MR).

2.3.2 Messungen

1. Minimale 2 Punkt Diskrimination (2PD):

Die 2PD wurde mit Hilfe einer Schieblehre gemessen, dabei wurde die zu Beginn geschlossene Schieblehre sukzessive in 1 mm Schritten geöffnet, bis der Patient die beiden Spitzen räumlich getrennt wahrnahm. Ab einer Distanz ≥ 11 mm wurde die Messung abgebrochen und als Messwert 11 notiert. Wichtig dabei ist die gleichzeitige Berührung des Gaumens mit beiden Spitzen. (Simultanschwelle / Druck 0,25 N) Der Grund für den Abbruch ≥ 11 mm liegt in folgenden zwei Punkten: Die simultane Berührung des Palatums gestaltet sich mit zunehmender Spanne schwieriger. Ab einem Messwert ≥ 11 mm ist keine simultane Berührung mit beiden Spitzen mehr garantiert, dadurch wäre keine Messung der Simultanschwelle mehr möglich. Zudem ist die durchschnittliche Länge des BGTs kleiner als 11 mm, eine weitere Messung mit einem Abstand > 11 mm läge demnach außerhalb des Entnahmebereichs.

Die Messung erfolgte jeweils von den eingezeichneten zentralen Punkten des Rasters koronal, medial und apikal, wobei bei der sukzessiven Öffnung der Schieblehre die zentralen Punkte konstant den Mittelpunkt der Spanne des Messinstruments bildeten. Somit hatten beide Berührungspunkte der Schieblehre mit dem Gaumen jeweils den gleichen Abstand von den zentralen Messpunkten. Gemessen wird in anterior posteriorer Richtung.

2. Soft Touch Wahrnehmung (ST):

Die ST wurde mittels eines Wattestäbchens gemessen. Zuerst wurde anhand der Kontrollseite kalibriert, welcher Messdruck bis zur Wahrnehmung

einer Berührung nötig ist. Mit gleichbleibendem Druck wurde danach die operierte Seite gemessen (Minimalschwelle). Es wurde überprüft, ob der Patient einen Unterschied zwischen beiden Seiten wahrgenommen hat.

3. Spitz-Stumpf-Test (SST):

SST wurde mittels einer 3A Sonde (Durchmesser 0,3 mm) und einem Kugelstopfer (Durchmesser 2,5 mm) gemessen. Alle Punkte des Rasters wurden jeweils mit Sonde oder Kugelstopfer berührt. Dabei war sowohl die Wahl der Punkte als auch die Reihenfolge der Instrumente zufällig. Der Patient musste mit geschlossenen Augen die Instrumentenberührungen als spitz oder stumpf einordnen.

4. Temperatur (T):

Das Kalt- Warmempfinden (im folgenden, obwohl nicht vollständig korrekte Bezeichnung, aber auf Grund der sprachlichen Vereinfachung Temperaturtest genannt) wurde mit Hilfe von Q-Tips gemessen. Dabei wurde die eine Seite des Q-Tips mit Ethyl-Chlorid (Eisspray) getränkt, die andere unbehandelt und somit bei normaler Raumtemperatur belassen. Auf beiden Seiten wurden jeweils an allen Messpunkten beide Sensationen getestet. Die Abfolge der Messpunkte und der beiden Sensationen wurde zufällig gewählt. Insgesamt wurden dadurch pro Seite 12 Messungen durchgeführt.

2.3.3 Fragebogen

Jeder Patient erhielt einen standardisierten, selbstentwickelten Fragebogen (siehe unten) bezüglich Beschwerden im Bereich der Spenderregion und etwaigen Beeinträchtigungen der Lebensqualität.



Ihre Nachricht vom:
Ihr Zeichen:

Bitte bei Antwort angeben:
Unser Zeichen: Di

Würzburg, 1.7.2011

Patient Nr.: _____

1. Bemerken Sie aktuell nach der Entnahme des Bindegewebestransplantats noch Veränderungen am Gaumen im Bereich der Spenderregion?

Ja Nein

2. Falls Ja, wie äußern sich diese?

- Taubheitsgefühl
 Kribbeln
 rauer Gaumen
 Brennen

3. Beeinträchtigen Sie diese in Ihrer Lebensqualität?

Ja Nein

4. Würden Sie den Eingriff mit Ihrer jetzigen Erfahrung nochmal durchführen lassen?

Ja Nein

Universitätsklinikum Würzburg
Anstalt öffentl. Rechts
Abteilung für Parodontologie
Pleicherwall 2
97070 Würzburg

Tel.: (09 31) 2 01 – 7 26 20
Fax: (09 31) 2 01 – 7 26 80

Die Zahnklinik liegt gegenüber dem Congress Centrum (Stadtmitte). Parkmöglichkeiten: u.a. Tiefgarage Congress Centrum

2.4 Statistische Methoden

Bei der statistischen Auswertung wurde ich auf Grund der Spezifik der Messdaten durch Frau Dr. Haubitz unterstützt (siehe Referenz 38):

Zur Beschreibung der Ergebnisse dieser prospektiven, deskriptiv projizierten Studie wurden folgende Tests verwendet:

- Zur Beschreibung der Abhängigkeit zwischen zwei klassifizierten Variablen wurde im Allgemeinen der **Chi-Quadrat-Test** nach der Maximum-Likelihood-Methode berechnet. Bei zu geringer Felddbesetzung, genauer gesagt bei zu geringen Erwartungswerten wurde bei einer 4-Felder-Tafel der **exakte Test nach Fisher und Yates** berechnet und bei größeren Tafeln der **exakte Test nach Mehta und Patel**.
- Mit dem **U-Test nach Mann und Whitney** wurde ein Messwert zwischen zwei Gruppen verglichen, wenn keine Gaußsche Normalverteilung der Messwerte angenommen werden konnte.
- Die einfaktorielle **Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis** ersetzt den U-Test, wenn drei oder mehr Gruppen zu vergleichen waren.
- Die **Kendallsche Rangkorrelation** beschreibt die Abhängigkeit zweier Messungen. Die Werte müssen mindestens eine Rangreihenfolge haben, wie beispielsweise Schweregrade. Werte ohne vorgegebene Reihenfolge wie z.B. Diagnosen kann man nicht korrelieren. Die Kendallsche Rangkorrelation setzt keine Gaußsche Normalverteilung voraus und erlaubt Rangbindungen. Korrelationen haben als Ergebnis zwei Zahlen, einmal den Korrelationskoeffizienten τ , eine Zahl zwischen -1 und $+1$. $\tau = +1$ bedeutet eine ideale Korrelation, $\tau = -1$ ist eine ideale gegensinnige Korrelation. Je näher der Korrelationskoeffizient an $+1$ oder -1 ist, desto enger ist die Abhängigkeit der beiden Messungen, $\tau = 0$ besagt, dass keinerlei Abhängigkeit besteht. Wenn der Korrelationskoeffizient negativ ist, dann handelt es sich um eine gegensinnige Abhängigkeit. Zu einer Korrelation gibt man als zweites einen p-Wert an, der besagt, ob überhaupt eine Beziehung vorhanden ist, *ob sich der Koeffizient also signifikant von Null unterscheidet. Je mehr Patienten im Test sind, desto kleiner darf der Koeffizient sein, um noch signifikant zu sein.*

- Der **Wilcoxon-Test** für verbundene Stichproben vergleicht zwei Messungen beim gleichen Individuum, in der vorliegenden Arbeit wird er zur Prüfung der Unterschiede zwischen je zwei Phasen verwendet. Bei groben Stufen, wenn einzelne Werte sehr häufig vorkommen, wurde der Vorzeichentest (sign test) berechnet.
- Ein **Konfidenzintervall** wird berechnet, um die Güte eines Schätzwertes zu beurteilen. Der aus der vorhandenen Stichprobe ermittelte Schätzwert repräsentiert vermutlich nicht den tatsächlichen Wert der Grundgesamtheit, und es ist kaum zu erwarten, dass er damit exakt übereinstimmt. Man darf aber vermuten, dass der wahre Wert in der näheren Umgebung des Schätzwertes liegt. Durch ein **Konfidenzintervall** (CI oder Vertrauensbereich) wird dieser unscharfe Ausdruck „nähere Umgebung“ präzisiert, da er einen Hinweis auf die Genauigkeit des errechneten Ergebnisses liefert. Ein **95%-Konfidenzintervall** gibt den Bereich an, der mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit den ermittelten Parameter überdeckt.

Zur Überprüfung auf eine Gaußsche Normalverteilung wurde die Probitdarstellung mit den Grenzen nach Lillefors verwendet.

Um die Testergebnisse quantitativ vergleichen zu können, wurden p-Werte berechnet. Ein p-Wert unter 0,05 wird als signifikant bezeichnet und das Ergebnis wird als wesentlich interpretiert. Die p-Werte werden mit Stern-Symbolen gekennzeichnet:

$$p < 0.05 \text{ mit } *, p < 0,01 \text{ mit } ** \text{ und } p < 0,001 \text{ mit } *** .$$

Die p-Werte in deskriptiven Arbeiten stellen *keine* Irrtumswahrscheinlichkeiten dar, da es sich dann nicht um eine geplante prospektive Studie mit einer zu beweisenden Hypothese handelt, sondern sie dienen zur Beurteilung und zum Vergleich der verschiedenen Testergebnisse.

Die Bezeichnung „signifikant“ wird im statistischen Kontext reserviert, um Testergebnisse mit p-Werten unter 0.05 zu beschreiben, und nicht im weiteren bürgerlichen Sinn gebraucht³⁸.

3 Ergebnisse

3.1 Überblick der statistischen Auswertung

Dieses Kapitel gibt eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der vier verschiedenen Messungen (2PD, ST, SST, T). Die ausführliche tabellarische Darstellung und die in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Haubitz (siehe Referenz 38) entstandenen statistischen Ergebnisse folgen in Abschnitt 3.2 - 3.7.

2 Punkt Diskrimination

Es wurde getestet, ob Unterschiede der 2PD zwischen Kontroll- und Entnahmeseite vorliegen. Koronal ($2PD_K: 6,0 \pm 1,5$ mm $2PD_E: 6,8 \pm 2,1$ mm / $M_K: 6,0$ mm $M_E: 7,0$ mm / $p = 0,0059^{***}$) und medial ($2PD_K: 5,5 \pm 1,6$ mm $2PD_E: 6,6 \pm 2,2$ mm / $M_K: 5,0$ mm $M_E: 6,0$ mm / $p = 0,032^*$) war die 2PD auf der Entnahmeseite verglichen mit der Kontrollseite signifikant geringer. An der apikalen Kontrollstelle konnte keine signifikante Veränderung festgestellt werden ($2PD_K: 6,0 \pm 2,0$ mm $2PD_E: 6,5 \pm 2,2$ mm / $M_K: 6,0$ mm $M_E: 6,0$ mm / $p = 0,33$) (Kapitel 3.2: Tabellen 3 und 4).

Soft Touch

Es konnten keine signifikanten Unterschiede der beim ST getesteten Minimalchwelle zwischen Kontroll- und Entnahmeseite festgestellt werden, somit hat die BGT Entnahme keinen Einfluss darauf. Alle Messungen wurden richtig erkannt (Kapitel 3.3).

Spitz-Stumpf-Test

Untersucht wurden Unterschiede in der Spitz- Stumpfwahrnehmung zwischen Kontroll- und Entnahmeseite. Das Ergebnis des SSTs war abhängig vom gewählten Reiz. Bei der Sensation „Stumpf“ wurde kein signifikanter Unterschied ($p = 1$) zwischen Kontroll- und Entnahmeseite festgestellt (93,33% richtige Ant-

worten auf beiden Seiten). Die Sensation „Spitz“ wurde auf der Entnahmeseite signifikant schlechter erkannt (Entnahmeseite: 63,33% richtige Antworten; Kontrollseite: 83,33% richtige Antworten / $p = 0,043^*$) (Kapitel 3.4: Tabellen 7 und 8).

Temperatur

Die Sensationen Kalt und Warm wurde auf der Kontrollseite zu 100% richtig erkannt. Auf der Entnahmeseite wurden 93,33% richtige Antworten gegeben. Es besteht keine Signifikanz (Kapitel 3.5).

3.2 2 Punkt Diskrimination

Die minimale 2 Punkt Diskrimination in mm gibt an, ab wieviel mm Abstand der Patient 2 Spitzen am Gaumen getrennt wahrnehmen kann. Ab einem Wert ≥ 11 mm wurde die Messung beendet und als Messwert 11 mm notiert (Tabelle 3).

Tabelle 3. Minimale Zweipunkt-Diskrimination an drei Testorten für die Kontroll- und die Entnahmeseite. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, CI = Konfidenzintervall. Alle Werte außer n in mm.

Testort	Seite	n	MW	ST	Median	68%-CI	Min	Max
koronal	Kontrolle	29	6,0	1,5	6,0	5,0 7,0	4	11
	Entnahme	29	6,8	2,1	7,0	5,0 8,6	3	11
medial	Kontrolle	30	5,5	1,6	5,0	4,0 7,0	4	11
	Entnahme	30	6,6	2,2	6,0	4,6 9,0	4	11
apikal	Kontrolle	30	6,0	2,0	6,0	4,0 7,4	3	11
	Entnahme	30	6,5	2,2	6,0	4,6 8,4	3	11

Die Werte der Entnahmeseite wurden mit denen der Kontrollseite verglichen (Tabelle 4).

Tabelle 4. Vergleich der Entnahmeseite mit der Kontrollseite an drei Testorten. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem Wilcoxon-Test bzw. (s) dem Vorzeichenstest. MW und ST in mm.

Testort	Seite	n	MW	ST	Differenz		p
					MW	ST	
koronal	Kontrolle	29	6,0	1,5	-0,72	1,7	0,032*
	Entnahme	29	6,8	2,1			
medial	Kontrolle	30	5,5	1,6	-1,1	1,8	0,0059***s
	Entnahme	30	6,6	2,2			
apikal	Kontrolle	30	6,0	2,0	-0,5	1,9	0,33
	Entnahme	30	6,5	2,2			

Die Diskriminationsfähigkeit ist patientenbezogen und individuell verschieden: je feiner die 2PD auf der Kontrollseite ist, desto feiner ist sie auch auf der Entnahmeseite (*Tabelle 5*).

Tabelle 5. Korrelation der Zweipunktdiskrimination auf Entnahmeseite mit der Diskrimination auf der Kontrollseite für drei Test-Orte. tau und p aus der Kendallschen Rangkorrelation.

Korrelation der Entnahmeseite mit der Kontrollseite			
	n	tau	p
koronal	29	0,4646	0,00040***
medial	30	0,5503	0,00002***
apikal	30	0,5180	0,00006***

Die graphische Darstellung der Differenz der 2PD zwischen Entnahmeseite und Kontrollseite an den Messstellen apikal, medial und koronal erfolgt in *Abb. 3-5*.

Koronale 2PD

Diskrimination koronal [mm]

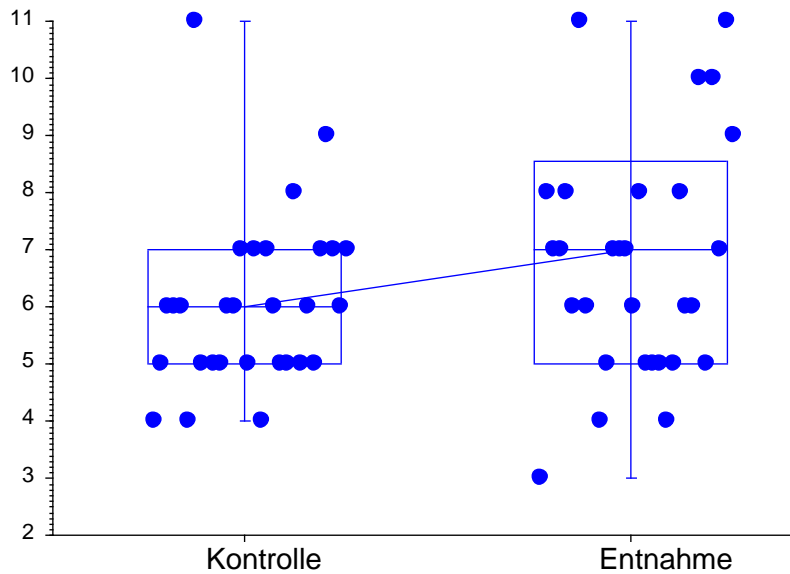


Abb. 3: Minimale koronale 2PD auf der Kontroll- und der Entnahmeseite. $n = 29$ Patienten. Boxplot, die Boxen umfassen das 68%-CI der Werte, die Linie innerhalb der Box stellt den Median dar und die Whiskers die Spanne.

Mediale 2PD

Diskrimination medial [mm]

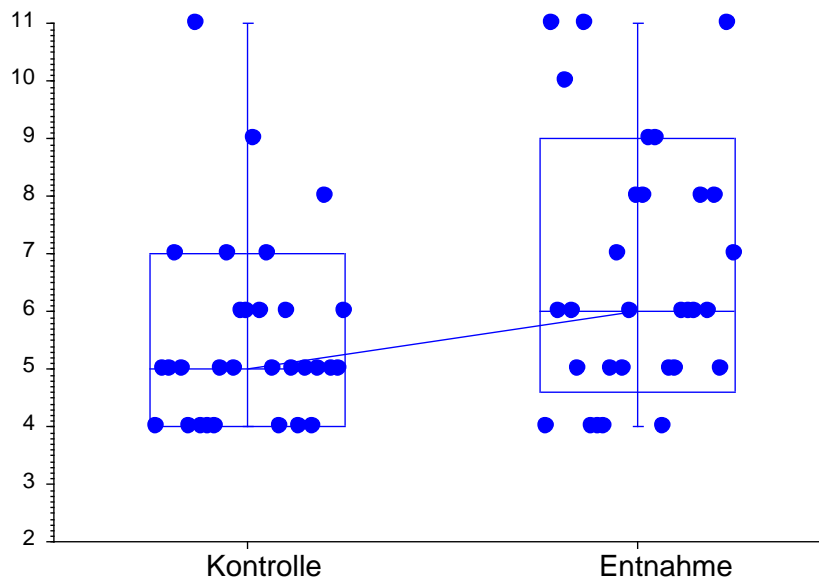


Abb. 4: Minimale mediale 2PD auf der Kontroll- und der Entnahmeseite. $n = 30$ Patienten. Boxplot, die Boxen umfassen das 68%-CI der Werte, die Linie innerhalb der Box stellt den Median dar und die Whiskers die Spanne.

Apikale 2PD

Diskrimination apikal [mm]

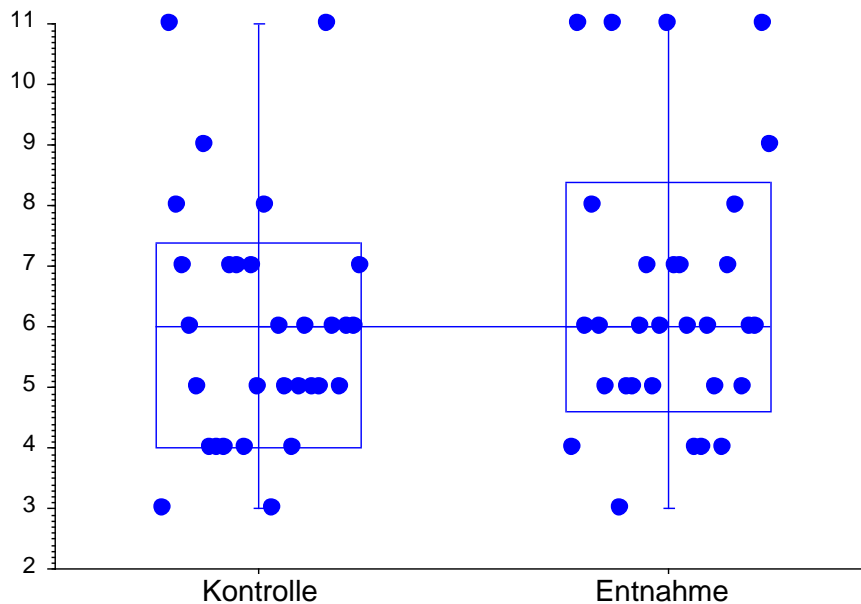


Abb. 5: Minimale apikale 2PD auf der Kontroll- und der Entnahmeseite. $n = 30$ Patienten. Boxplot, die Boxen umfassen das 68%-CI der Werte, die Linie innerhalb der Box stellt den Median dar und die Whiskers die Spanne.

3.2.1 Kofaktorenanalyse der 2 Punkt Diskrimination

Alter und Geschlecht

Je älter die Patienten waren, desto größer war der Unterschied zwischen Kontroll- und Entnahmeseite medial ($\tau = 0,26$, $p = 0,043^*$ in der Kendallschen Rangkorrelation).

Es konnten keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten festgestellt werden.

Latenzzeit der Operation und Entnahmestelle

Es konnte keine Veränderung der 2PD mit der unterschiedlichen Latenz seit der Operation (3,5 - 17 Monate postoperativ) und den verschiedenen Entnahmestellen (I. oder II. Quadrant) auf die 2PD nachgewiesen werden.

Gaumenform

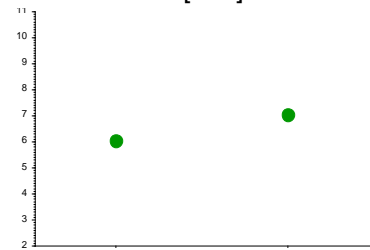
Die Differenz der 2PD ist am größten bei hohem Gaumen (Tabelle 6 / Abb. 6).

Tabelle 6. Gaumenform und koronale 2PD an der Kontroll- und Entnahmestelle. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p (für den Vergleich normal – hoch) aus dem □ U-Test nach Mann und Whitney.

		n	Zweipunkt-Diskrimination		p
			MW	ST	
Koronal, Kontrollstelle					
Gaumenform	flach	1	6,0	—	0,0047**
	normal	22	5,6	1,0	
	hoch	6	7,8	2,0	
Koronal, Entnahmestelle					
Gaumenform	flach	1	7,0	—	0,024*
	normal	22	6,3	1,9	
	hoch	6	8,5	2,1	

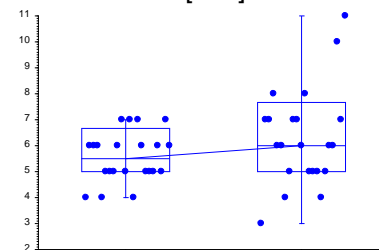
Gaumenform und 2PD

Diskrimination [mm]



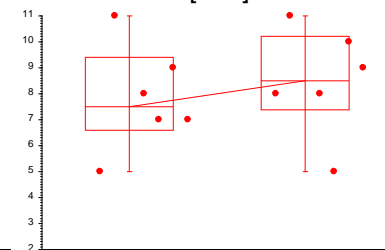
Kontrolle (n = 1) Entnahme (n = 1)
flach

Diskrimination [mm]



Kontrolle (n = 22) Entnahme (n = 22)
normal

Diskrimination [mm]



Kontrolle (n = 7) Entnahme (n = 6)
hoch

Abb. 6: 2PD auf der Kontroll- und der Entnahmeseite, getrennt nach der Gaumenform. n = 30 Patienten. Boxplot, die Boxen umfassen den 68%-CI der Werte, die Linie innerhalb der Box stellt den Median dar und die Whiskers die Spanne.

3.3 Soft Touch

Alle Patienten erkannten die sechs Berührungen auf der Kontrollseite sowie die sechs Berührungen auf der Entnahmeseite richtig. Dementsprechend konnten keine Zusammenhänge in der Kofaktorenanalyse gefunden werden.

3.4 Spitz-Stumpf-Test

17 Patienten gaben alle 6 Antworten immer richtig (56%).

Tabelle 7. Richtige Antworten und Differenz der richtigen Antworten im Spitz-Stumpf-Test. Anzahl und Prozentsatz der 30 Patienten.

	Richtig	Anzahl	%
Spitz, Kontrollseite	4	2	6,67
	5	3	10,00
	6	25	83,33
Spitz, Entnahmeseite	2	1	3,33
	3	2	6,67
	4	4	13,33
	5	4	13,33
	6	19	63,33
Differenz Ko-E Spitz	-4	1	3,33
	-3	1	3,33
	-2	2	6,67
	-1	6	20,00
	0	18	60,00
	1	2	6,67
Stumpf, Kontrollseite	5	2	6,67
	6	28	93,33
Stumpf, Entnahmeseite	3	1	3,33
	5	1	3,33
	6	28	93,33
Differenz Ko-E Stumpf	-2	1	3,33
	-1	1	3,33
	0	27	90,00
	1	1	3,33

Ist die Differenz positiv, wurden auf der Entnahmeseite mehr Reize richtig zugeordnet, bei negativer Differenz erfolgten analog dazu weniger richtige Zuordnungen.

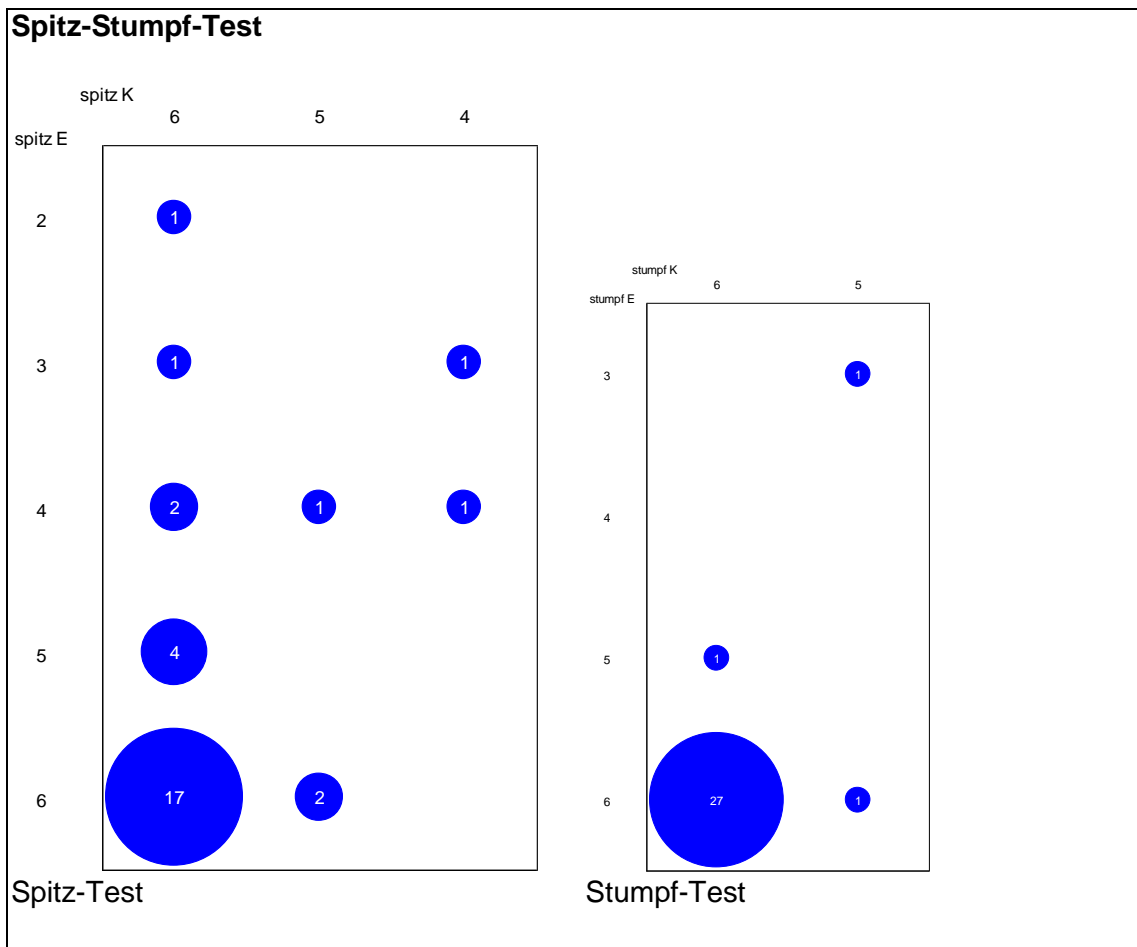


Abb. 7: Zahl der richtigen Antworten für die Kontrollseite und die Entnahmeseite für Spitz und Stumpf. Die Kreisflächen stellen Zahl der Patienten dar. $n = 30$.

Beim Spitz-Test gab es auf der Entnahmeseite signifikant weniger richtige Antworten. Beim Stumpf-Test konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Kontroll- und Entnahmeseite festgestellt werden (Tabelle 7 und 8).

Tabelle 8. Vergleich von Spitz- und Stumpf-Test zwischen der Kontrollseite und der Entnahmeseite. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p aus dem Vorzeichentest (sign test).

		n	richtige Antworten		p_s
			MW	ST	
Spitz-Test	Kontrollseite	30	5,8	0,6	0,043*
	Entnahmeseite	30	5,3	1,1	
Stumpf-Test	Kontrollseite	30	5,9	0,3	1,0
	Entnahmeseite	30	5,9	0,6	

3.4.1 Kofaktorenanalyse des Spitz-Stumpf-Tests

Geschlecht

Von den 5 männlichen Patienten wurden $5,2 \pm 1,1$ Tests für „spitz“ auf der Kontrollseite richtig beantwortet, von den 25 Patientinnen waren es $5,8 \pm 1,1$ ($p = 0,086$ im U-Test nach Mann und Whitney).

Latenzzeit der Operation und Gaumenform

Es konnte weder mit der anatomischen Situation des Gaumens noch mit der vergangenen Zeit postoperativ ein Zusammenhang bezüglich des Ergebnisses des Spitz-Stumpf-Tests festgestellt werden.

2 Punkt Diskrimination

Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen dem Spitz-Test auf der Kontrollseite und der 2PD der Entnahmeseite.

Je mehr richtige Antworten beim Spitz-Test auf der Kontrollseite gegeben wurden, desto kleiner war die apikale Zwei Punkt Diskrimination auf der Entnahmeseite (*Tabelle 9*).

Tabelle 9. Korrelation zwischen den Ergebnissen des Spitz Stumpf Tests mit der 2PD. tau und p aus der Kendallschen Rangkorrelation.

Korrelation zwischen				
Spitz-Stumpf-Test	2PD	n	tau	p
Spitz-Kontrollseite	koronal Kontrollseite	29	-0,0109	0,93
	medial Kontrollseite	30	-0,0712	0,58
	apikal Kontrollseite	30	-0,0541	0,67
	koronal Entnahmeseite	29	-0,1661	0,21
	medial Entnahmeseite	30	-0,1438	0,26
	apikal Entnahmeseite	30	-0,3076	0,017 *
	koronal Differenz	29	-0,0973	0,46
	medial Differenz	30	-0,0565	0,66
	apikal Differenz	30	-0,3490	0,0068 **

3.5 Temperatur

Tabelle 10. Temperaturtest auf der Kontroll- und der Entnahmeseite. Anzahl und Prozentsatz der 30 Patienten.

Temperaturtest	Zahl richtige Antworten	Anzahl	%
Kontrollseite kalt	6	30	100,00 %
Entnahmeseite kalt	5	2	6,67 %
	6	28	93,33 %
Differenz kalt	Fehler Kontrollseite	2	6,67 %
	beide Seiten gleich und richtig	28	93,33 %
Kontrollseite warm	6	30	100,00 %
Entnahmeseite warm	5	2	6,67 %
	6	28	93,33 %
Differenz warm	Fehler Kontrollseite	2	6,67 %
	beide Seiten gleich und richtig	28	93,33 %

Fehler im Temperaturtest

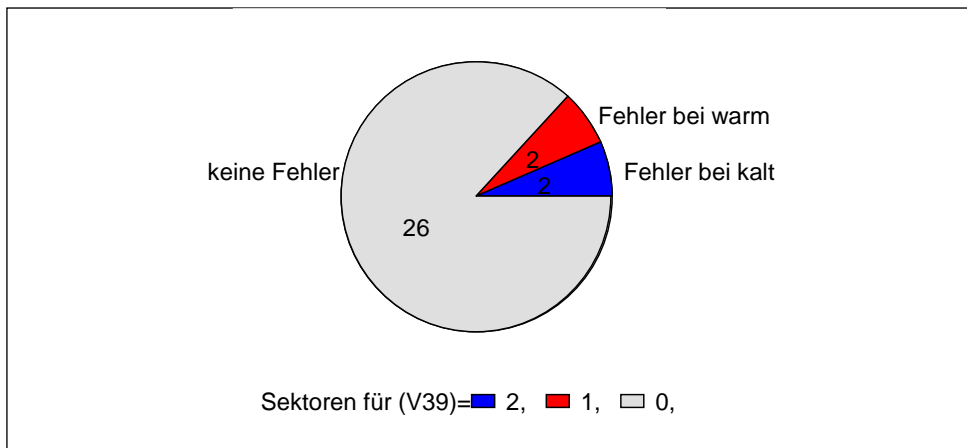


Abb. 8: Zahl der falschen Antworten im Temperaturtest auf der Entnahmeseite. $n = 30$.

3.5.1 Kofaktorenanalyse des Temperaturtests

Alter und Geschlecht

Es konnte kein Zusammenhang zwischen Alter und Ergebnis des Temperaturtests festgestellt werden.

Von 5 männlichen Patienten hatten 2 die Berührung mit der warmen Probe nicht richtig angegeben, von den 25 Patientinnen waren dagegen alle Angaben richtig. Dafür fanden sich beide Fehler bei der Berührung mit einer kalten Probe bei den Patientinnen, was aber wegen der höheren Fallzahl nicht signifikant war (Tabelle 11).

Tabelle 11. Geschlecht und Fehlerzahl im Temperaturtest. Anzahl und Prozentsatz der Patienten. Die Prozente beziehen sich auf die Spalte, d.h. auf das Geschlecht. p aus dem exakten Test nach Fisher und Yates (fy) bzw. dem Test nach Mehta und Patel (mp). n = 30.

		Geschlecht				
		männlich		weiblich		
Temperaturtest Kontrollseite		1	2	1	2	
kalt	6/6 richtig	5	100%	23	92%	1,0 _{fy}
	5/6 richtig	0	0%	2	8%	
warm	6/6 richtig	3	60%	25	100%	0,023* _{fy}
	5/6 richtig	2	40%	0	0%	
warm+kalt	12/12 richtig	3	60%	23	92%	0,12 _{fy}
	11/12 richtig	2	40%	2	8%	
gesamt	alle richtig	3	60%	23	92%	0,046* _{mp}
	1 Fehler kalt	0	0%	2	8%	
	1 Fehler warm	2	40%	0	0%	

Latenzzeit der Operation

Zeit seit Operation und Temperaturfehler

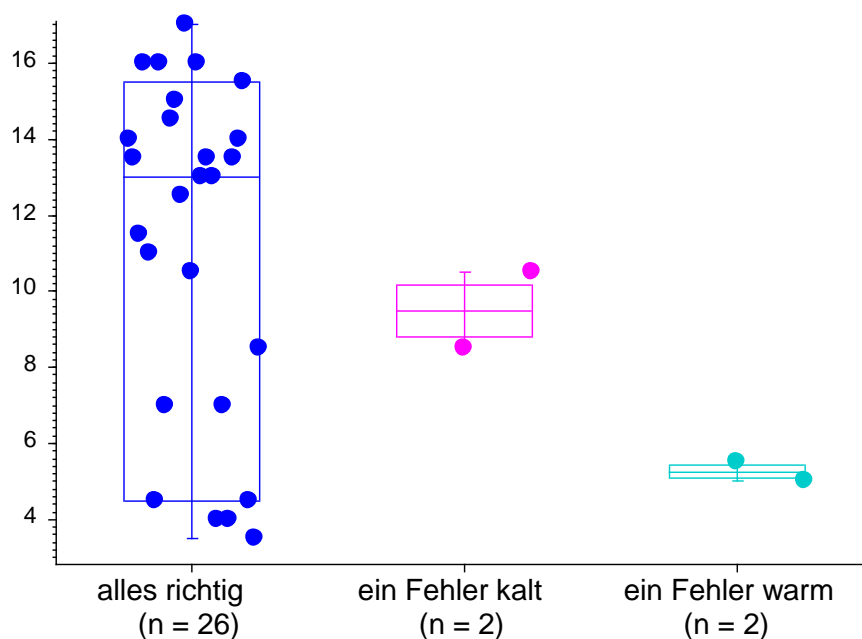


Abb. 9: Zeit seit der Operation und Fehler beim Temperaturtest auf der Entnahmeseite. Boxplot, die Boxen umfassen den 68%-CI der Werte, die Linie innerhalb der Box stellt den Median dar und die Whiskers die Spanne.

Tabelle 12. Zeit seit der Entnahme und Fehlerzahl im Temperaturtest auf der Entnahmeseite. Anzahl und Prozentsatz der Patienten. Die Prozente beziehen sich auf die Spalte, d.h. auf das Geschlecht. p aus dem Chi-Quadrat-Test. $n = 30$.

Fehler auf der Entnahmeseite	Zeit seit Operation				p
	n	%	n	%	
alle Antworten richtig	11	73,33%	15	100,00%	0,046*
1 Fehler im kalt-Test	2	13,33%	0	0,00%	
1 Fehler im warm-Test	2	13,33%	0	0,00%	

2 Punkt Diskrimination

Zwischen der 2PD und der Temperaturerkennung konnten keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden.

Spitz-Stumpf-Test

Zwischen dem SST und T konnten keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden.

3.6 Befragung

Von allen 30 Patienten gab nur ein Patient an, dass er die Operation nicht wiederholen würde, bei diesem Patienten wurde das Ergebnis nicht erreicht. Er bemerkte keine Veränderungen am Gaumen.

Als persistierende Dysfunktionen wurden unterschiedliche Sensationen angegeben (*Tabelle 13 / Abb. 10*).

Tabelle 13. Antworten auf die Frage „Bemerken Sie aktuell nach der Entnahme des Bindegewebsstransplantats noch Veränderungen am Gaumen im Bereich der Spenderregion?“

Bemerken Sie Veränderungen in der Spenderregion	Anzahl	%
nein	18	60,0 %
ja	12	40,0 %
taub, empfindlich, kribbeln	6	20,0 %
taub und glatt	1	3,3 %
rau, uneben, Delle	3	10,0 %
glatt	2	6,7 %

Subjektive Veränderungen am Gaumen

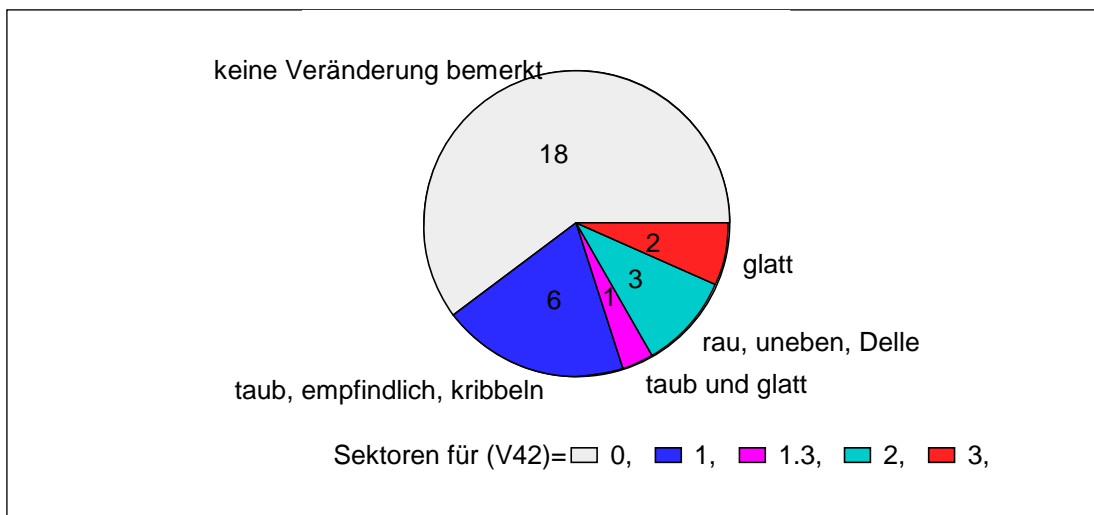


Abb. 10: Antworten auf die Fragebogenfrage „Bemerken Sie aktuell nach der Entnahme des Bindegewebstransplantats noch Veränderungen am Gaumen im Bereich der Spenderregion?“. Die Kreissegmente stellen die Zahl der Patienten dar.

3.6.1 Kofaktorenanalyse der Befragung

Alter und Geschlecht

Zwischen Alter, Geschlecht und der Befragung konnte kein Zusammenhang festgestellt werden.

Gaumenform

Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Befragung und der anatomischen Situation festgestellt werden.

2 Punkt Diskrimination

Tabelle 14. Befragung und Zweipunkt-Diskrimination. MW = Mittelwert, ST = Standardabweichung, p3 aus der Rangvarianzanalyse nach Kruskal und Wallis, p2 für den Unterschied bemerkt ja/nein, p nerv für den Unterschied nichts/Nervempfindung, p N/H für den Unterschied Nervempfindung / Hautstruktur.

2 Punkt Diskrimination							
Bemerkt	n	MW	ST	p3	p2	p nerv	p N/H
Kontrollstelle koronal							
nichts	17	6,5	1,6			0,015*	—
Nervempfindung	7	5,1	0,9	0,058	0,024*		0,65
Hautstruktur	5	5,6	1,3			—	
Entnahmestelle koronal							
nichts	17	7,4	2,0			0,016*	—
Nervempfindung	7	5,1	1,6	0,047 *	0,059		0,097
Hautstruktur	5	7,0	1,9			—	

Soft Touch

Es konnten keine Zusammenhänge festgestellt werden.

Spitz-Stumpf-Test

Es konnten keine Zusammenhänge festgestellt werden.

Temperatur

Tabelle 15. Empfindungen an der Entnahmestelle und Fehler im Temperaturtest insgesamt. Anzahl und Prozentsatz der Patienten. Die Prozente beziehen sich auf die Zeile, d.h. auf das Symptom. p aus dem exakten Test nach Mehta und Patel. n = 30.

Bemerkt lt. Fragebogen	n	Temperaturerkennung		p	
		alles richtig	Fehler		
	n	%	n	%	
nichts	17	94,44%	1	5,56%	
Nervempfindung	6	85,71%	1	14,29%	0,094 _{mp}
Hautstruktur	3	60,00%	2	40,00%	

Temperaturtest und Empfindung

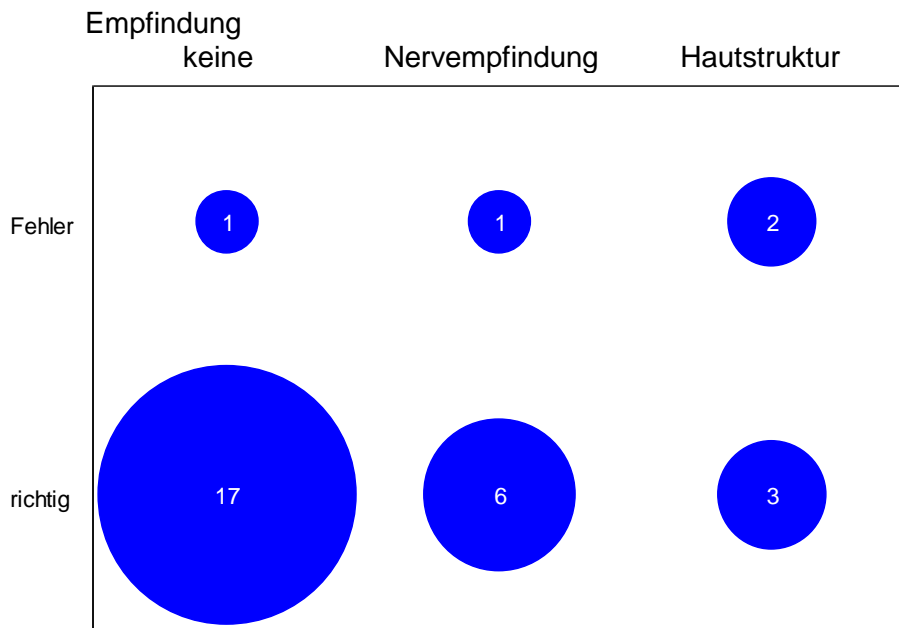


Abb. 11: Empfindung an der Entnahmestelle gemäß Fragebogen und Fehler insgesamt beim Temperaturtest. Die Kreisflächen stellen die Zahl der Patienten dar.

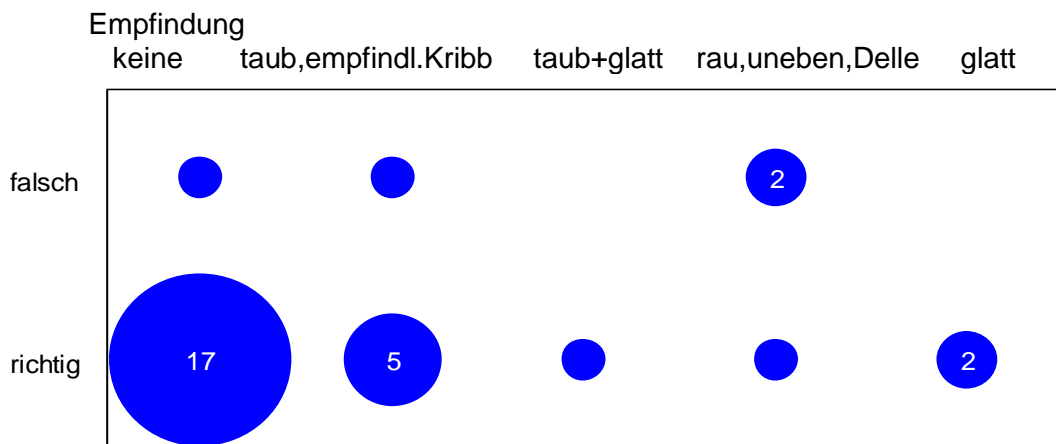


Abb. 12: Empfindung an der Entnahmestelle gemäß Fragebogen und Fehler insgesamt beim Temperaturtest. Die Kreisflächen stellen die Zahl der Patienten dar.

3.7 Verifizierung der Messdaten

In *Tabelle 16* sind die Abweichungen der Mittelwerte und die Standardabweichungen der Verifizierungsmessung aufgelistet.

Tabelle 16. Betrag des Messfehlers. Mittelwert mit Standardabweichung und Standardabweichung des Mittelwertes. Alle Werte im Bereich 2PD außer n in mm.

	n	MW	S	SM	MW-SM	MW+SM
2 Punkt Diskrimination						
Kontrollseite koronal	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kontrollseite medial	3	0,3	0,6	0,3	0,0	0,7
Kontrollseite apikal	3	0,3	0,6	0,3	0,0	0,7
Entnahmeseite koronal	3	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0
Entnahmeseite medial	3	0,3	0,6	0,3	0,0	0,7
Entnahmeseite apikal	3	1,0	1,0	0,6	0,4	1,6
Soft Touch						
Kontrollseite	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Entnahmeseite	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Spitz-Stumpf-Test						
Kontrollseite spitz	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kontrollseite stumpf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Entnahmeseite spitz	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Entnahmeseite stumpf	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Temperatur						
Kontrollseite kalt erkannt	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kontrollseite warm erkannt	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Kontrollseite Summe	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Entnahmeseite kalt erkannt	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Entnahmeseite warm erkannt	3	0,3	0,6	0,3	0,0	0,7
Entnahmeseite Summe	3	1,0	1,0	0,6	0,4	1,6

Tabelle 17 stellt die Messergebnisse der Untersuchung verglichen mit den Ergebnissen der Verifizierung dar. Dabei ergaben sich zwischen der ersten Messung (U) und der zweiten Messung (V) keine Abweichungen für SST und ST. Bei T ergab sich ein unterschiedliches Ergebnis bei Patient 2: Er ordnete von den 12 Messungen bei U auf der Entnahmeseite 11 richtig zu (falsch zugeordnet: Entnahmeseite warm), bei V ordnete er alle 12 Messungen richtig zu. Die Abweichungen der 2PD zwischen U und V beliefen sich mit einer Ausnahme (Patient 3: Entnahmeseite apikal) bei ≤ 1 mm.

Tabelle 17. Werte der ersten Untersuchung und der Verifizierung. 2PD: Werte in mm. ST / SST / T: Zahl der richtig erkannten Messungen.

Patient	1		2		3	
	U	V	U	V	U	V
Untersuchung / Verifizierung	U	V	U	V	U	V
2 Punkt Diskrimination						
Kontrollseite koronal	6	6	9	9	6	6
Kontrollseite medial	5	5	8	9	7	7
Kontrollseite apikal	8	7	5	5	7	7
Entnahmeseite koronal	7	6	10	9	7	8
Entnahmeseite medial	6	6	8	8	10	9
Entnahmeseite apikal	6	6	6	7	8	10
Soft Touch						
Kontrollseite	6	6	6	6	6	6
Entnahmeseite	6	6	6	6	6	6
Spitz-Stumpf-Test						
Kontrollseite spitz	6	6	6	6	6	6
Kontrollseite stumpf	6	6	6	6	6	6
Entnahmeseite spitz	6	6	6	6	6	6
Entnahmeseite stumpf	6	6	6	6	6	6
Temperatur						
Kontrollseite kalt	6	6	6	6	6	6
Kontrollseite warm	6	6	6	6	6	6
Entnahmeseite kalt	6	6	6	6	6	6
Entnahmeseite warm	6	6	5	6	6	6

4 Diskussion

4.1 Diskussion der Methode

4.1.1 Studiendesign

Die Messdaten der Studie beruhen im Wesentlichen auf einer einmaligen Messung. Die Ergebnisse wurden überprüft, indem bei 10% der Probanden eine zweite Messung vorgenommen wurde. Die Kontrollwerte auf der nicht operierten Seite und die Werte nach Entnahme wurden jeweils am gleichen Patient erhoben. Die Ergebnisse zeigen, dass dies ein wesentlicher Faktor für den Erfolg der Studie ist. In der neurosensorischen Wahrnehmung existieren große interindividuelle Unterschiede, die auch in früher durchgeführten Studien beschrieben werden. Beispielsweise stellte auch Nolan³⁹ eine patientenbezogene unterschiedliche 2 Punkt Diskriminationsfähigkeit bei der Untersuchung der unteren Extremität fest. Trotz unterschiedlicher Körperteile – Palatum und untere Extremität - sind die Ergebnisse der von Nolan und der hier durchgeführten Studie Hinweise dafür, dass eine individuell unterschiedliche Wahrnehmungsfähigkeit angenommen werden kann³⁹. Es würde daher zwangsläufig zu fehlerhaften Ergebnissen führen, wenn die Entnahmestelle nicht mit der Gegenseite des gleichen Patienten, sondern mit einer Gruppe anderer Individuen verglichen werden würde. Für zukünftige Studien wäre es denkbar, eine präoperative Kontrolle der Entnahmestelle sowie eine mehrmalige Messung postoperativ als Verlaufskontrolle durchzuführen. Zudem könnte ein möglicher Zusammenhang zwischen der Größe des entnommenen BGTs und eventuellen neurosensorischen Dysfunktionen in den Mittelpunkt der Untersuchung rücken. Diese beiden Komponenten wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt.

Verglichen mit früheren Untersuchungen⁴⁰ zu diesem Thema wurden einige Verbesserungen im Studiendesign dieser Studie durchgeführt. Vorteilhaft ist hier vor allem eine höhere Anzahl an Probanden und eine verbesserte Operationalisierung der neurosensorischen Dysfunktion. Diese wurde erzielt indem die Messpunkte am Palatum standardisiert wurden. Buff et al. orientierten sich nur an einem abgeschätzten Raster⁴⁰. Schacher et al. benutzten individuell herge-

stellte, gefräste Gaumenplatten um die Reproduzierbarkeit der Messpunkte zu garantieren⁴¹. In der aktuellen Studie wurde ein exaktes Raster mit Hilfe einer in Millimetern skalierten Parodontalsonde an die palatinale Mucosa angezeichnet. Dadurch wurde sichergestellt, dass alle Messungen am gleichen Punkt durchgeführt wurden.

4.1.2 Patienten

Das durchschnittliche Alter der Patienten lag bei $41,7 \pm 15,1$ Jahre. Dabei lag die Altersspanne zwischen 19 und 71 Jahren. Die unterschiedliche Altersstruktur wurde in den Ergebnissen berücksichtigt.

Die Anatomie der Patienten wurde gemäß Reiser et al. (1996) klassifiziert. Dabei wird die Distanz der Schmelz-Zement-Grenze bis zum neurovaskulären Bündel in vertikaler Richtung berücksichtigt. Das Palatum wurde den folgenden Gruppen zugeordnet: flacher (Distanz: 7 mm), durchschnittlich hoher (Distanz: 12 mm) und hoher (Distanz: 17 mm) palatinaler Bogen¹. Diese Zuordnung wurde in den Ergebnissen berücksichtigt.

Bei einer Patientin verhinderte eine kieferorthopädische Bebänderung die Messung der 2PD koronal.

Da die Entnahme des BGTs teilweise mehr als 1,5 Jahre zurück lag, konnten keine qualifizierten Aussagen über mögliche individuelle Begleiterscheinungen wie Rauchen, Mundhygiene und Ernährung während der Wundheilungsphase getroffen werden.

4.1.3 Untersucher

Die Messungen wurden alle von einem Untersucher durchgeführt, der vor der Studie trainiert wurde. Personenbedingte Abweichungen der Messungen sind somit reduziert. Trotzdem ist von gewissen Abweichung in der Durchführung der Messungen auszugehen (z.B.: Sondendruck).

4.1.4 Messungen

Die Messungen wurden in der Probephase der Studie getestet an Mitarbeitern des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Julius Maximilians Universität Würzburg, Abteilung Parodontologie und gemeinsam mit ihnen wei-

terentwickelt. Durch deren klinische Erfahrung und deren qualifiziertes Feedback konnten mögliche Fehlerquellen vor Beginn der Studie ausgeschlossen werden. Als Beispiel für die Weiterentwicklung dient der Spitz-Stumpf-Test. So wurde vom Probanden wahrgenommen mit welcher Hand, links oder rechts, das Messinstrument, spitz oder stumpf, zum Gaumen geführt wurde. Dadurch konnte der Proband den einmal erkannten Reiz der jeweiligen Hand zuordnen. Somit konnten richtige Antworten gegeben werden, ohne sich primär auf den gesetzten Reiz zu konzentrieren. Um dies zu verhindern wurden alle Patienten angewiesen, ihre Augen während der Messung zu schließen, auch stützte sich der Untersucher nicht am Patienten ab, da selbst die Handbewegungen beim Heranführen des Instrumentes wahrgenommen und zu links und rechts zugeordnet werden konnten. Im Fokus dieser Testphase standen neben der Methode auch die Durchführung und die Kommunikation zwischen Untersucher und Patient.

Bei allen Tests handelt es sich um anerkannte Methoden der Neurologie und Mund-Kiefer-Gesichts-Chirurgie zur Überprüfung der sensiblen Wahrnehmung eines bestimmten Körperbereichs. Die Reihenfolge der Tests sowie die Durchführung der Messungen erfolgte wie von Ghali und Epker beschrieben³⁷. Dabei wurde der Soft Touch Test und der Temperatur Test vereinfacht, hauptsächlich aus Gründen der Verfügbarkeit der Messinstrumente bzw. der klinischen Durchführbarkeit. Die Ergebnisse der Tests sind alle dichotom zuzuordnen.

Um die Reproduzierbarkeit der Messpunkte sicherzustellen, wurde ein Raster auf das Palatum aufgemalt (siehe 2.3.1).

Um äußere Störfaktoren bei der Untersuchung auszuschließen, wurden die Messungen in ruhigem entspanntem Umfeld durchgeführt. Zeitdruck wurde vermieden, indem im Vorfeld längere Termine als benötigt vereinbart wurden. Somit wurden standardisierte Rahmenbedingungen geschaffen in denen sich die Teilnehmer bestmöglichst auf die Messungen konzentrieren konnten. Trotz dieser Maßnahmen sind bestimmte persönliche Einflussfaktoren der Patienten nicht auszuschalten, beispielsweise Stress, Müdigkeit, Motivation, etc.. Da es sich bei allen Tests um subjektive Empfindungen eines menschlichen Individu-

ums handelt, sind diesbezügliche Messfehler nicht auszuschließen. Die Verblindung des Untersuchers, eine häufig bei Studien eingesetzte Methode zur Steigerung der Objektivität, kann hier nicht eingesetzt werden, da die BGT Entnahme z.T. an postoperativer Narbenbildung erkennbar ist. Die Verblindung des Patienten schließt sich in dieser Studie generell aus.

Bei 10% der Teilnehmer wurde eine zweite Messung zur Überprüfung der Ergebnisse durchgeführt. Dies ist eine übliche Methode um die Reproduzierbarkeit der Messergebnisse eines Untersuchers zu testen⁴². Beim Vergleich mit der ersten Messung stellte sich heraus, dass die Ergebnisse nahezu übereinstimmen (*Tabelle 16; Tabelle 17*): SST und ST sind identisch, bei den Messwerten von T ergab sich eine Abweichung in einem Wert. Mit einer Ausnahme blieben die Werte der 2PD - sofern nicht identisch - ≤ 1 mm. Auch andere Autoren, bestätigen mit dieser Methode eine hohe Reproduzierbarkeit der Messergebnisse, z.B.: De Rouck et al. in ihrer Studie zur Unterscheidung zwischen dickem und dünnen Gingiva Biotyp⁴². Auch wenn sich die subjektive Fehlervariable „Mensch“ nicht ausschließen lässt, wurde somit versucht, diese so gering wie möglich zu halten.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 2 Punkt Diskrimination

Die Ergebnisse zeigen, dass eine für jeden Patienten individuelle Diskriminationsfähigkeit vorliegt, was im Einklang mit an anderen Körperteilen durchgeführten Untersuchungen steht³⁹. Unter Diskriminationsfähigkeit wird die Fähigkeit verstanden, zwei örtlich unterschiedliche Punkte, die das Palatum simultan berühren auch als zwei verschiedene Punkte wahrzunehmen (*siehe 3.2 / Tabelle 5*). Das bedeutet, dass von Patient zu Patient Unterschiede im Bereich der Anzahl oder der Reizschwelle der Neurosensoren, der Weiterleitung oder der neuronalen Verarbeitung vorliegen müssen. Diese drücken sich in unterschiedlichen Werten der 2PD aus. Einige Teilnehmer der Studie hatten eine sehr hohe Diskriminationsfähigkeit. Ergo konnten sie beide Berührungen bereits ab einem

Abstand von 3 mm getrennt wahrnehmen. Bei anderen Teilnehmern war die Diskriminationsfähigkeit schlechter ausgeprägt, eine getrennte Wahrnehmung der Berührungspunkte war im hier gewählten Messintervall bis 11 mm nicht möglich. Diese auch für andere Hautareale bestehende interindividuelle Diskriminationsfähigkeit³⁹ spiegelt sich in der Differenz von Kontroll- und Entnahmeseite wieder, die unabhängig vom Ausgangswert gleich ist. Waren die Messwerte auf der Kontrollseite klein, wurden beim gleichen Patienten auch auf der Entnahmeseite niedrige Werte gemessen (Ausgangswert + Differenz). Bei Patienten mit hohen Werten auf der Kontrollseite waren dementsprechend auch die Werte der Entnahmeseite höher (*siehe 3.2 / Tabelle 5*).

Im koronalen und medialen Messbereich liegt eine signifikante Erhöhung der Messwerte für die Diskriminationsfähigkeit auf der Entnahmeseite verglichen mit der Kontrollseite vor. Apikal konnte kein statistischer Zusammenhang festgestellt werden (*siehe 3.2 / Tabelle 4*). Dieses Ergebnis bestätigt Buff et al., die den gleichen Zusammenhang der unterschiedlichen Messbereiche feststellten⁴⁰. Die Ausreißer in den Messungen der 2PD (dargestellt in Abb.3 - Abb. 5) wurden überprüft, hierbei konnten weder methodische noch patientenspezifische Fehler festgestellt werden. Die Differenz Kontrolle-Entnahme von koronal und medial korreliert hoch ($\tau = 0.36$, $p = 0.0056^{**}$), mit der apikalen Teststelle korrelieren beide nicht. Ist der Unterschied koronal groß, ist auch medial eine große Differenz zu erwarten. Auch hier konnte keine Korrelation mit dem apikalen Messbereich festgestellt werden.

Diese Daten lassen die Vermutung zu, dass apikal keine oder nur eine geringere Nervschädigung bzw. nur eine geringere Reduzierung der Neurosensoren nach BGT Entnahme eintritt. Eine Erklärung hierfür ist, dass die Entnahmeregion den Messbereich nur tangiert, einige Entnahmen sind je nach benötigter Größe des BGTs in vollem Ausmaß kaudal des Messbereiches gelegen.

Die Korrelation der koronalen Stelle mit der medialen Stelle ist möglicherweise auf den anatomischen Verlauf der Endäste des N. maxillaris zurückzuführen. Dieser führt von superior nach inferior, bzw. von apikal nach koronal^{1,4}. Tritt eine Schädigung im medialen Bereich auf, ist es wahrscheinlich, dass die gleiche

Schädigung auch koronal auftritt. Die Begründung könnte darin liegen, dass die Nerven im koronalen Bereich distal der Schädigung liegen. Somit wäre zu erklären, wieso koronaler und medialer, nicht aber medialer und apikaler Messbereich korrelieren, obwohl sowohl koronaler als auch apikaler Messbereich die Entnahmestelle nur tangieren.

Die absoluten Werte der 2PD liegen im Bereich des Erwarteten: Die Mittelwerte der 2PD liegen im Zentrum des Intervalls der in der Literatur angegebenen Messergebnisse (Buff et al.: Kontrollseite: 4,7 mm – 6,4 mm; aktuelle Studie: 5,5 mm – 6,0 mm / Buff et al. Entnahmeseite: 5,3 mm – 7,0 mm; aktuelle Studie: 6,5 mm – 6,8 mm)⁴⁰. Die geringere Streuung der Mittelwerte der aktuellen Studie ist höchstwahrscheinlich begründet durch die höhere Probandenzahl. Auch die in der Literatur angegebenen Werte des Versorgungsgebiets des N. alveolaris inferior (5 mm – 15 mm) stimmen mit den gemessenen Werten überein³⁷.

Je höher das Alter der Patienten, desto höher war die Differenz zwischen Kontrollseite und Entnahmeseite ($\tau = 0,26$, $p = 0,043^*$ in der Kendallschen Rangkorrelation). Generell ist die Wundheilung abhängig vom Lebensalter³², was durch zahlreiche Tierversuche belegt wird. Beispielsweise konnte eine beeinträchtigte Epithelneubildung, Angiogenese und ein veränderter Aufbau der Basalmembran nachgewiesen werden. Auch Wachstumsfaktoren (PDGF, EGF, TGF- β) treten verspätet auf. Ein älterer Mensch hat im Vergleich zum Jüngeren eine verzögerte Wundheilung⁴³⁻⁴⁷. Somit ist auch die Erholungsfähigkeit der sensiblen Nerven in der Donorregion geringer.

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Latenzzeit der Operation und dem Zeitpunkt der Messung festgestellt werden. Die Messwerte der Patienten mit geringer Zeit postoperativ (3,5 Monate – 12 Monate) korrelierten ebenso wenig miteinander wie die der Patienten mit großer Zeitspanne (12,5 Monate – 17 Monate). Somit ist im Bereich der 2PD nach 3,5 Monaten mit keiner weiteren Erholung mehr zu rechnen. Dieses Ergebnis wird durch die Studie von Soileau gestützt. Sie beschreibt keine weitere histologische Veränderung der Entnahmeregion nach neun Wochen, das Remodelling der palatinalen Mucosa ist abgeschlossen³³ (siehe 1.3.2).

Ebenso hatte die Entnahmestelle im ersten oder zweiten Quadranten keinen Einfluss auf das Messergebnis.

Bei einem anatomisch hohen Gaumen¹ konnte eine signifikant gröbere Diskriminationsfähigkeit im Vergleich zur normalen Gaumenform festgestellt werden.

4.2.2 Soft Touch

Beim Soft Touch Test wurden ausnahmslos alle Messungen richtig erkannt. Das Messergebnis liegt bei 100% richtiger Aussagen. Selbst Probanden, die Taubheit an der Donorregion angaben, konnten alle Berührungen erkennen. Auch frühere Studien konnten keinen signifikanten Unterschied zwischen Kontroll- und Entnahmeseite feststellen⁴⁰. Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem Ergebnis der 2PD stellt sich die Frage, wieso beim ST keine Unterschiede zwischen Kontroll- und Entnahmeregion festgestellt wurden, bei der 2PD jedoch Unterschiede vorlagen, erfolgt die Reizweiterleitung doch in beiden Fällen über A α Axone. Es gibt jedoch Unterschiede in der Anzahl und der Qualität der A α Axone. Die ST Wahrnehmung kodiert über schnell adaptierende myelinisierte Nervenfasern, die 90% der A α Axone ausmachen. Die 2PD kodiert über langsam adaptierende myelinisierte Nervenfasern, die nur 10% der A α Axone beinhalten⁴⁸. Die Wahrscheinlichkeit liegt somit allein auf Grund der präoperativen Anzahl der Neurosensoren deutlich höher, dass auf der Entnahmeseite eine ausreichende Zahl funktionsfähiger für ST kodierender Neurosensoren im Vergleich zu 2PD kodierender Neurosensoren verbleibt, da sie im Verhältnis 9:1 auftreten.

4.2.3 Spitz-Stumpf-Test

83,33% der Patienten erkannten auf der Kontrollseite alle spitzen Reize. Auf der Entnahmeseite wurden diese nur zu 63,33% erkannt. Die Erkennung des stumpfen Reizes war auf beiden Seiten mit 93,33% gleich hoch. Beim Spitz-Test gab es auf der Entnahmeseite signifikant weniger richtige Antworten. Beim Stumpf-Test gab es kaum Fehlangaben und keinen signifikanten Unterschied (*siehe 3.4 / Tabelle 8*). Diese Ergebnisse stimmen mit denen des ST überein. Eine Berührung ist spürbar, die genaue Differenzierung zwischen spitz und stumpf bereitet aber zum Teil Schwierigkeiten. 56% aller Teilnehmer gaben alle

Antworten richtig. Im Gegensatz dazu konnten Buff et al. weder bei „Spitz“ noch bei „Stumpf“ einen signifikanten Unterschied zwischen Kontroll- und Entnahmeseite feststellen. Trotz des fehlenden statistischen Nachweises deuteten deren Werte auf ein schlechteres Zuordnen der verschiedenen Sensationen hin⁴⁰.

Ein Zusammenhang bestand zwischen 2PD und SST: Je mehr richtige Antworten beim Spitz-Test auf der Kontrollseite gegeben wurden, desto kleiner (*siehe 3.4.1 / Tabelle 9*) war die apikale 2PD auf der Entnahmeseite. Bei beiden Tests erfolgt der Reiz über eine Spitze. Das bedeutet, dass bei einem Patienten, dem die Zuordnung von spitz keine Probleme bereitet, auch eine höhere Diskriminationsfähigkeit vorliegt. Der Zusammenhang, dass diese nur apikal nicht aber koronal und medial auf der Entnahmeseite vorliegt wurde bereits besprochen. Tritt eine Nervschädigung medial auf, ist auch der koronale Bereich geschädigt, da die geschädigte Stelle proximal der koronalen Messregion liegt. Die apikale Teststelle ist nur teilweise tangiert. Dieser Zusammenhang nur mit der apikalen Messregion stärkt die Ergebnisse der 2PD, in dem eine Korrelation der Ergebnisse des medialen und koronalen Messbereiches nicht aber mit dem apikalen Messbereich festgestellt wurde.

4.2.4 Temperatur

93,33% der Teilnehmer ordneten alle Tests der beiden Temperatursensationen Kalt und Warm auf der Entnahmeseite richtig zu. Jeweils 6,67% der Teilnehmer konnten entweder den Reiz „Kalt“ oder den Reiz „Warm“ an einer der sechs Teststellen nicht richtig zuordnen (*Tabelle 10*). Dabei waren in der Gruppe mit dem Fehler bei „Kalt“ ausschließlich Frauen, in der Gruppe mit dem Fehler bei „Warm“ ausschließlich Männer (*Tabelle 11*). Alle anderen Angaben an den fünf anderen Teststellen waren richtig. Statistisch konnten weder in der aktuellen Studie noch in früheren Studien signifikante Unterschiede festgestellt werden⁴⁰.

Die Ergebnisse des Temperaturtests stehen im Zusammenhang mit der Latenz der Operation. Ylikontiola et al. beschreiben eine zeitlich abhängende Verbesserung des Temperaturempfindens im Versorgungsgebiet des N. alveolaris in-

ferior nach bilateraler sagittaler Spaltungosteotomie⁴⁹. Bei längerer Regenerationsdauer postoperativ werden Temperaturen signifikant besser erkannt. Das bedeutet, je länger die Operation zurückliegt, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit Temperaturunterschiede richtig zuordnen zu können (siehe 3.5.1 / Tabelle 12). Ab 12,5 Monaten Regenerationsdauer wurden alle Temperatursensationen richtig eingeordnet. Somit ist die in dieser Studie gefundene sehr geringe Diskrepanz zwischen Kontroll- und Entnahmeseite nach einer Latenzzeit von ca. einem Jahr obsolet. Die gleiche Aussage treffen Ylikontiola et al.: Auch sie konnten keine Störung der Temperaturwahrnehmung ihrer Patienten nach 12 Monaten mehr feststellen⁴⁹. Um diese Aussage auch für das Palatum eindeutig zu verifizieren wäre eine erneute Messung der Patienten mit fehlerhaften Angaben nach Ablauf der Regenerationsdauer von 12,5 Monaten nötig. Ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten konnte nicht festgestellt werden.

4.2.5 Fragebogen

29 Patienten bewerteten den Eingriff positiv und würden sich nochmal Bindegewebe am Gaumen entnehmen lassen. Ein Patient gab an, den Eingriff nicht nochmal durchführen zu lassen. Die Ursache lag aber nicht an der Entnahmestelle am Gaumen und evtl. postoperativem Diskomfort. Bei ihm wurde das gewünschte Resultat für welches das BGT gewonnen wurde nicht erreicht. 60 % der Patienten konnten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Unterschiede mehr zwischen Entnahmeseite und Kontrollseite feststellen (Gruppe 1). Buff et al. berichten in diesem Zusammenhang von 86% der Patienten, bei denen sich eine restitutio ad integrum eingestellt hat⁴⁰. 40% der Patienten gaben persistierende Veränderungen am Gaumen an, die in zwei Gruppen klassifiziert werden können: Störungen der Nervempfindung: Kribbeln, Taubheit, Empfindlichkeit (23,3% der Probandengruppe, Gruppe 2a) und Störungen der anatomischen Struktur: glatte oder raue Schleimhaut oder eine eingedellte palatinale Schleimhaut (20% der Probandengruppe, Gruppe 2b). Bei einem Patienten lagen beide Veränderungen kombiniert vor. Die Veränderungen „rau“ und „taub“ werden auch in der Literatur beschrieben⁴⁰.

Ein Zusammenhang zwischen der Befragung und den tatsächlichen Messergebnissen konnte für die 2PD und T festgestellt werden. Im Vergleich mit

Gruppe 1 haben die zusammengefassten Gruppen 2a + 2b eine signifikant schlechtere 2PD. Beim weiteren Vergleich der Gruppe 1 und der Gruppe 2a (Störung der Nervempfindung) stellt sich heraus, dass die alleinige Gruppe 2a gegenüber der zusammengefassten Gruppe 2a + 2b eine nochmals verringerte 2PD besitzt (*siehe 3.6 / Tabelle 13*). Dieser Zusammenhang bestätigt das subjektive Gefühl der sensorischen Dysfunktion der Gruppe 2a (z.B.: Taubheit), die tatsächlich eine geringere Diskriminationsfähigkeit als die Vergleichsgruppe 1 hat.

Innerhalb der Gruppe 2b (Veränderung der anatomischen Struktur) war vor allem die Temperaturwahrnehmung gestört. Von den vier Patienten, die fehlerhafte Angaben bei T gaben, kamen 2 aus der Gruppe 2b (entspricht 40% der Gruppe 2b / Tabelle 14). Es besteht also ein Zusammenhang zwischen der Gruppe 2a und der 2PD, sowie zwischen Gruppe 2b und T.

Diese postoperativen Veränderungen verringerten die Lebensqualität der Patienten nicht. Offensichtlich bleiben die durch die BGT Entnahme bedingten Veränderungen im Bereich des Palatums nach einer gewissen Eingewöhnungsphase unerschwellig.

5 Zusammenfassung

Das subepitheliale Bindegewebetransplantat gehört zu den Standardtransplantaten der Parodontalchirurgie. Es gibt verschiedene Möglichkeiten der Entnahme sowie unterschiedliche Einsatzbereiche. Rezessionsdeckungen, Weichteilkonturierungen und die Augmentation von Kieferkammdefekten¹⁹⁻²⁴ sind häufige und sehr erfolgreich durchgeführte Anwendungen. Die wichtigste Spenderregion ist die palatinale Mucosa. In der Regel verläuft die Abheilung der palatinalen Donorregion unauffällig und ohne Komplikationen. Die anatomische Situation des Palatums gibt die Grenzen der Entnahmeregion vor. Median – superior verläuft das neurovaskuläre Gefäßbündel, das bei der Entnahme nicht verletzt werden darf. An der Papilla incisiva tritt der N. nasopalatinus in die Cavitas oris propria ein und verzweigt sich. Auch diese Region muss bei der BGT Gewinnung geschont werden. Im Zusammenhang mit einer BGT Entnahme berichten Patienten von postoperativen persistierenden neurosensorischen Störungen der palatinalen Schleimhaut im Bereich der Donorregion.

Ziele dieser Studie waren die Quantifizierung der nervalen Dysfunktion, der Vergleich zwischen objektiver Messung und subjektivem Empfinden der Patienten und die Erfassung einer eventuellen Verringerung der Lebensqualität durch mit der Operation im Zusammenhang stehende neurosensorische Störungen.

Dazu wurde ein Fragebogen entwickelt und eine postoperative Untersuchung der Patienten mit vier neurosensorischen Tests durchgeführt (2PD / ST / SST / T). Die Messpunkte wurden mit Hilfe eines Rasters definiert und auf die Schleimhaut angezeichnet. Kontroll- und Versuchsgruppe waren in einer Person vereint, die operierte und die nicht operierte Seite wurden miteinander verglichen. Alle Untersuchungen wurden von einem Untersucher durchgeführt. Die Ergebnisse der Tests und des Fragebogens wurden statistisch erfasst und ausgewertet. Das Probandengut belief sich auf n = 30 Patienten (25 weiblich, 5 männlich) im Alter zwischen 19 und 71 Jahren (Durchschnittsalter: 41,73). Ihnen wurde ein palatinales BGT durch Mitarbeiter des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Julius Maximilians Universität Würzburg, Abteilung Parodontologie entnommen.

Die 2PD ist auf der Entnahmeseite koronal ($2PD_K: 6,0 \pm 1,5$ mm $2PD_E: 6,8 \pm 2,1$ mm / $M_K: 6,0$ mm $M_E: 7,0$ mm) und medial signifikant schlechter als auf der Kontrollseite ($2PD_K: 5,5 \pm 1,6$ mm $2PD_E: 6,6 \pm 2,2$ mm / $M_K: 5,0$ mm $M_E: 6,0$ mm). Apikal konnte keine Verschlechterung der 2PD festgestellt werden. Die Differenz Kontrolle-Entnahme von koronal und medial korreliert hoch ($\tau = 0,36$, $p = 0,0056^{**}$) mit der apikalen Teststelle korrelieren beide nicht.

Beim ST waren ausnahmslos alle Ergebnisse der Messung richtig. Es traten keine Einschränkungen der Minimalschwelle auf.

Beim SST erkannten 83,33% ($n = 25$) der Patienten auf der Kontrollseite alle spitzen Reize. Auf der Entnahmeseite wurden diese nur zu 63,33% ($n = 19$) erkannt. Beim Spitz-Test gab es auf der Entnahmeseite signifikant weniger richtige Antworten. Die Erkennung des stumpfen Reizes war auf beiden Seiten mit 93,33% gleich hoch. Beim Stumpf-Test gab es keinen signifikanten Unterschied.

Auf der Entnahmeseite wurden jeweils 93,33% der kalten und warmen Messungen richtig erkannt. Die Ergebnisse der Kontrollseite waren zu 100 % richtig.

Bei der Befragung gaben 40% der Probanden ($n = 12$ / Gruppe 2a + 2b) persistierende Veränderung der Donorregion an. Diese konnte aufgliedert werden in Empfindungsstörungen (Kribbeln, Taubheit und Empfindlichkeit / 23,33% $n = 7$) und Störungen der anatomischen Struktur (glatte Mucosa, raue Mucosa oder eine eingedellte palatinale Mucosa / 20% $n = 6$). 60% der Studienteilnehmer ($n = 18$ / Gruppe 1) gaben keine über die Wundheilungsphase hinaus persistierende Veränderung an. Gruppe 2a + 2b haben verglichen mit Gruppe 1 signifikant schlechtere Werte bei der 2PD.

Keiner der Patienten gab eine im Zusammenhang mit der BGT Entnahme verringerte Lebensqualität an. 29 Patienten würden den Eingriff mit ihren heutigen Erfahrungen nochmals durchführen lassen.

Die BGT Entnahme stellt einen für den Patienten komplikationslos verlaufenden Eingriff dar. Die Wundheilung verläuft in der Regel unauffällig, postoperative Beschwerden klingen rasch ab. Trotz des Einhaltens der anatomisch vorgegeben Grenzen bei der Entnahme tritt eine geringe Manipulation der neurosenso-

rischen Wahrnehmung auf. Die Simultanschwelle des Tastempfindens ist erhöht. Persistierende Veränderungen der nervalen Funktion bzw. der anatomischen Struktur des Palatums treten zu 40% auf. Vor allem Patienten aus dieser Gruppe müssen Einschränkungen im Bereich des differenzierten Wahrnehmens eines Gegenstandes hinnehmen. Die Minimalschwelle einer Berührung und das Temperaturempfinden wird hingegen nicht bzw. nur sehr gering beeinflusst. Diese Daten und die sehr hohe Zufriedenheit der Patienten lassen schließen, dass keine funktionellen Einschränkungen des Palatums nach BGT Entnahme bestehen.

6 Literaturverzeichnis

1. Reiser GM, Bruno JF, Mahan PE, Larkin LH. The subepithelial connective tissue graft palatal donor site: anatomic considerations for surgeons. *Int J Periodontics Restorative Dent*. Apr 1996;16(2):130-137.
2. Aumüller G, Doll A. *Anatomie*. Stuttgart: Thieme; 2007.
3. Fickl S. Anatomy of the Periodontium. *Dental online college*.
4. Lippert H, ed *Lehrbuch Anatomie*. München: Urban & Fischer; 2006; No. 7.
5. Hugger A, Türp JC, Kerschbaum T. *Orale Physiologie* 2006.
6. Halata Z, Baumann KI. Sensory nerve endings in the hard palate and papilla incisiva of the rhesus monkey. *Anat Embryol (Berl)*. May 1999;199(5):427-437.
7. Bjorn H. Free transplantation of gingiva propria. *Sven Tandlak Tidsskr*. 1963.
8. King K, Pennel BM. Evaluation of attempts to increase the width of attached gingiva. Presented to the Philadelphia Society of Periodontology. 1964.
9. Nabers JM. Free gingival grafts. *Periodontics*. Sep-Oct 1966;4(5):243-245.
10. Sullivan HC, Atkins JH. Free autogenous gingival grafts. I. Principles of successful grafting. *Periodontics*. Jun 1968;6(3):121-129.
11. Sullivan HC, Atkins JH. Free autogenous gingival grafts. 3. Utilization of grafts in the treatment of gingival recession. *Periodontics*. Aug 1968;6(4):152-160.
12. Gordon HP, Sullivan HC, Atkins JH. Free autogenous gingival grafts. II. Supplemental findings--histology of the graft site. *Periodontics*. Jun 1968;6(3):130-133.
13. Karring T, Ostergaard E, Loe H. Conservation of tissue specificity after heterotopic transplantation of gingiva and alveolar mucosa. *J Periodontal Res*. 1971;6(4):282-293.

14. Plagmann HC, Lange DE, Bernimoulin JP, Howe H. [Experimental studies on the epithelial regeneration in heterotopic connective tissue transplantations]. *Dtsch Zahnarztl Z.* May 1974;29(5):497-503.
15. Edel A. Clinical evaluation of free connective tissue grafts used to increase the width of keratinised gingiva. *J Clin Periodontol.* 1974;1(4):185-196.
16. Langer B, Calagna L. The subepithelial connective tissue graft. *J Prosthet Dent.* Oct 1980;44(4):363-367.
17. Raetzke PB. Covering localized areas of root exposure employing the "envelope" technique. *J Periodontol.* Jul 1985;56(7):397-402.
18. Langer B, Langer L. Subepithelial connective tissue graft technique for root coverage. *J Periodontol.* Dec 1985;56(12):715-720.
19. Borghetti A, Louise F. Controlled clinical evaluation of the subpedicle connective tissue graft for the coverage of gingival recession. *J Periodontol.* Dec 1994;65(12):1107-1112.
20. Bouchard P, Etienne D, Ouhayoun JP, Nilveus R. Subepithelial connective tissue grafts in the treatment of gingival recessions. A comparative study of 2 procedures. *J Periodontol.* Oct 1994;65(10):929-936.
21. Bruno JF. Connective tissue graft technique assuring wide root coverage. *Int J Periodontics Restorative Dent.* Apr 1994;14(2):126-137.
22. Harris RJ. The connective tissue with partial thickness double pedicle graft: the results of 100 consecutively-treated defects. *J Periodontol.* May 1994;65(5):448-461.
23. Jahnke PV, Sandifer JB, Gher ME, Gray JL, Richardson AC. Thick free gingival and connective tissue autografts for root coverage. *J Periodontol.* Apr 1993;64(4):315-322.
24. Allen AL. Use of the supraperiosteal envelope in soft tissue grafting for root coverage. II. Clinical results. *Int J Periodontics Restorative Dent.* Aug 1994;14(4):302-315.
25. Karring T, Lang NP, Loe H. The role of gingival connective tissue in determining epithelial differentiation. *J Periodontal Res.* Feb 1975;10(1):1-11.

26. Sato N. *Paradontalchirurgie Klinischer Atlas* Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH; 2009.
27. Hurzeler MB, Weng D. A single-incision technique to harvest subepithelial connective tissue grafts from the palate. *Int J Periodontics Restorative Dent.* Jun 1999;19(3):279-287.
28. Langer B, Calagna LJ. The subepithelial connective tissue graft. A new approach to the enhancement of anterior cosmetics. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1982;2(2):22-33.
29. Harris RJ. The connective tissue and partial thickness double pedicle graft: a predictable method of obtaining root coverage. *J Periodontol.* May 1992;63(5):477-486.
30. Del Pizzo M, Modica F, Bethaz N, Priotto P, Romagnoli R. The connective tissue graft: a comparative clinical evaluation of wound healing at the palatal donor site. A preliminary study. *J Clin Periodontol.* Sep 2002;29(9):848-854.
31. Farnoush A. Techniques for the protection and coverage of the donor sites in free soft tissue grafts. *J Periodontol.* Aug 1978;49(8):403-405.
32. Schubert J. *Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde Band 1: Allgemeine Chirurgie.* Vol 3. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2000.
33. Soileau KM, Brannon RB. A histologic evaluation of various stages of palatal healing following subepithelial connective tissue grafting procedures: a comparison of eight cases. *J Periodontol.* Jul 2006;77(7):1267-1273.
34. Donn BJ, Jr. The free connective tissue autograft: a clinical and histologic wound healing study in humans. *J Periodontol.* May 1978;49(5):253-260.
35. Campbell RL, Shamaskin RG, Harkins SW. Assessment of recovery from injury to inferior alveolar and mental nerves. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* Nov 1987;64(5):519-526.
36. Omer GE, Jr. Methods of assessment of injury and recovery of peripheral nerves. *Surg Clin North Am.* Apr 1981;61(2):303-319.
37. Ghali GE, Epker BN. Clinical neurosensory testing: practical applications. *J Oral Maxillofac Surg.* Oct 1989;47(10):1074-1078.

38. Haubitz I. Unveröffentlichte Aufstellung. 1995.
39. Nolan MF. Limits of two-point discrimination ability in the lower limb in young adult men and women. *Phys Ther.* Sep 1983;63(9):1424-1428.
40. Buff LR, Burklin T, Eickholz P, Monting JS, Ratka-Kruger P. Does harvesting connective tissue grafts from the palate cause persistent sensory dysfunction? A pilot study. *Quintessence Int.* Jun 2009;40(6):479-489.
41. Schacher B, Burklin T, Horodko M, Raetzke P, Ratka-Kruger P, Eickholz P. Direct thickness measurements of the hard palate mucosa. *Quintessence Int.* Sep 2010;41(8):e149-156.
42. De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *J Clin Periodontol.* May 2009;36(5):428-433.
43. Swift ME, Kleinman HK, DiPietro LA. Impaired wound repair and delayed angiogenesis in aged mice. *Lab Invest.* Dec 1999;79(12):1479-1487.
44. Ashcroft GS, Horan MA, Ferguson MW. Aging is associated with reduced deposition of specific extracellular matrix components, an upregulation of angiogenesis, and an altered inflammatory response in a murine incisional wound healing model. *J Invest Dermatol.* Apr 1997;108(4):430-437.
45. Yamaura H, Matsuzawa T. Decrease in capillary growth during aging. *Exp Gerontol.* 1980;15(2):145-150.
46. Holt DR, Kirk SJ, Regan MC, Hurson M, Lindblad WJ, Barbul A. Effect of age on wound healing in healthy human beings. *Surgery.* Aug 1992;112(2):293-297; discussion 297-298.
47. Ashcroft GS, Horan MA, Ferguson MW. The effects of ageing on wound healing: immunolocalisation of growth factors and their receptors in a murine incisional model. *J Anat.* Apr 1997;190 (Pt 3):351-365.
48. Nishioka GJ, Zysset MK, Van Sickels JE. Neurosensory disturbance with rigid fixation of the bilateral sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* Jan 1987;45(1):20-26.

49. Ylikontiola L, Kinnunen J, Oikarinen K. Comparison of different tests assessing neurosensory disturbances after bilateral sagittal split osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* Dec 1998;27(6):417-421.

Danksagung

Zu aller erst möchte ich mich sehr herzlich bei meinem **Doktorvater Priv.-Doz. Dr. med. dent. Stefan Fickl** bedanken. Sein Engagement und seine Unterstützung waren während der gesamten Zeit in allen Bereichen außergewöhnlich. Vielen Dank auch an **Prof. Dr. rer. nat. Kathleen Wermke** für Ihre konstruktive Zusammenarbeit als Korreferentin.

Bedanken möchte ich mich auch bei **der Abteilung Parodontologie der Poliklinik für Zahn- Mund- und Kieferkrankheiten der Universität Würzburg und allen Mitarbeitern** für die immer freundliche Zusammenarbeit und die Hilfsbereitschaft während der klinischen Phase.

Frau Dr. Haubitz danke ich die Zusammenarbeit bei der statistischen Analyse.

Ganz besonderer Dank gilt **meinen Geschwistern**, deren Familien und vor allem **meinen Eltern**, die mich mit ihrer Kompetenz und ihrem Einsatz bei der Entstehung dieser Arbeit und während meines Studiums unterstützt haben.