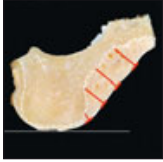


Dicke der mastikatorischen Mukosa von autogenen Transplantaten: Eine histologische Studie an Leichen



Sun-Kyoung Yu, DDS, MS¹/Myoung-Hwa Lee, MS¹/Chun Sung Kim, PhD²
Do Kyung Kim, PhD³/Heung-Joong Kim, DDS, PhD⁴

In der vorliegenden Studie wurden die Dicke der mastikatorischen Mukosa und ihre histologischen Eigenschaften für autogene Transplantationen untersucht. Dazu wurden bei Leichen 32 vollbezahnte Oberkieferhälften entnommen (von 13 Männern und drei Frauen; mittleres Alter 57,1 Jahre). Nach der Dekalzifizierung der Probenschnitte wurde die Dicke der mastikatorischen Mukosa an 24 Standardpunkten gemessen und die Proben dann in Paraffin eingebettet, geschnitten und mit Hämatoxylin und Eosin gefärbt. Die Dicke variierte abhängig von der Region und betrug (Mittelwert \pm Standardabweichung) distal am Eckzahn $3,55 \pm 1,09$ mm, distal am ersten Prämolaren $3,51 \pm 0,99$ mm, distal am zweiten Prämolaren $3,28 \pm 1,07$ mm, in der Mittellinie des ersten Molaren $2,83 \pm 1,00$ mm, distal des ersten Molaren $2,92 \pm 1,03$ mm und distal des zweiten Molaren $3,15 \pm 1,66$ mm. Außerdem variierte sie abhängig vom Abstand zur Schmelz-Zement-Grenze (SZG) und betrug 3 mm apikal dazu $2,35 \pm 0,79$ mm, 6 mm apikal $2,65 \pm 0,77$ mm, 9 mm apikal $3,52 \pm 0,94$ mm und 12 mm apikal $4,29 \pm 1,14$ mm. Die histologische Auswertung ergab, dass die Lamina propria zum Seitenzahnbereich und zur mittleren Gaumennaht hin dünner und die Submukosa dicker wurde. Diese Ergebnisse zeigen, dass die beste Entnahmestelle für autogene Transplantate 3 bis 9 mm apikal der SZG zwischen der distalen Seite des Eckzahns und der mittleren Schnittfläche des ersten Molars liegt. (Int J Par Rest Zahnheilkd 2014; 34: 115–121)

- ¹ PhD-Student, Department of Anatomy and Orofacial Development, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republik Korea.
² Assistenzprofessor, Oral Biology Research Institute, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republik Korea.
³ Außerordentlicher Professor, Oral Biology Research Institute, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republik Korea.
⁴ Professor, Department of Anatomy and Orofacial Development, School of Dentistry, Chosun University, Gwangju, Republik Korea.

Korrespondenz an: Dr. Heung-Joong Kim, Department of Anatomy and Orofacial Development, School of Dentistry, Chosun University, 375 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju 501-759, Republik Korea. Fax: 82-62-224-3706, E-Mail: jbkim@chosun.ac.kr

©2014 by Quintessence Publishing Co Inc.

Die mastikatorische Mukosa wird im Rahmen vieler verschiedener Behandlungen verwendet, da sie fest und unbeweglich ist sowie dichte Kollagenfasern und zahlreiche Kapillarschlingen enthält. Bindegewebs-transplantate aus dieser Mukosa sollten möglichst dick sein, damit sie leichter zu verarbeiten und gut vaskularisiert sind, auch wenn dadurch die Einheilung verzögert wird. Dünne Transplantate heilen zwar schneller ein, schrumpfen aber auch oft¹. Diese Kontraktion aufgrund der Vernarbung, der Blutdiffusion und der Widerstandsfähigkeit bei der Heilung hängt vor allem von der Dicke der Lamina propria ab². Da in der Submukosa enthaltenes Fettgewebe zudem die Diffusion und Vaskularisierung behindern kann², werden statt der epithelhaltigen Vollschichttransplantate seit einiger Zeit subepitheliale Bindegewebs-transplantate mit dichtem Bindegewebe verwendet. Daher sollte sich der Operateur präoperativ mit der Anatomie der mastikatorischen Mukosa vertraut machen, um ein Attachment schaffen und das geeignete Vorgehen auswählen zu können.

Es gibt zahlreiche Studien, in denen mit verschiedenen Verfahren die Dicke der mastikatorischen Mukosa untersucht wurde^{3–10}. Östlund³ betrachtete anhand von Gewebeproben die histologischen und histopathologischen Eigenschaften der mas-

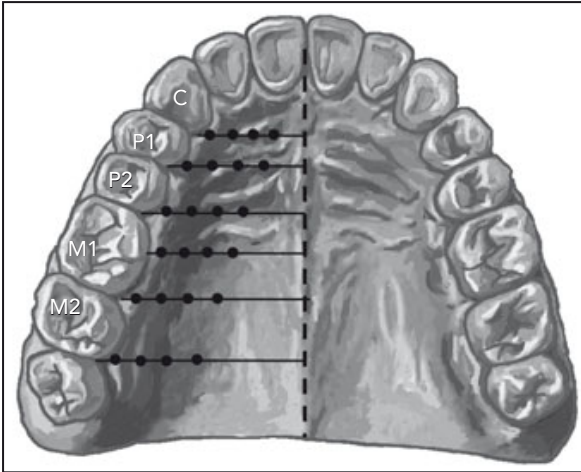


Abb. 1 Topografische Darstellung der 24 Punkte, an denen die Dicke der mastikatorischen Mukosa gemessen wurde. C = Eckzahn, P1 = erster Prämolare, P2 = zweiter Prämolare, M1 = erster Molare, M2 = zweiter Molare.

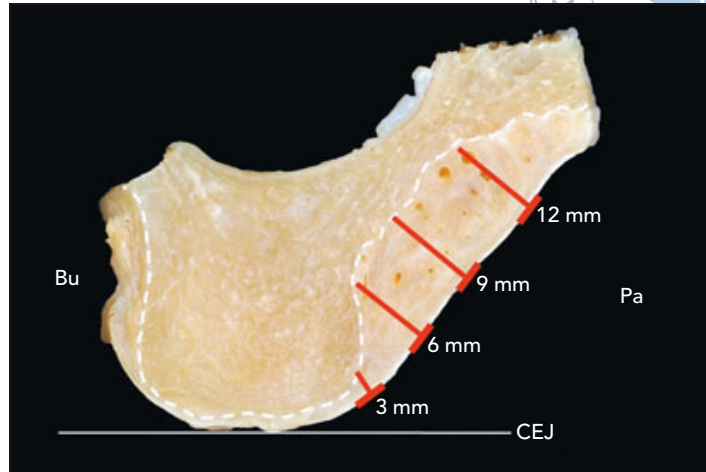


Abb. 2 Koronale Ansicht der an den Schnittpräparaten gemessenen Interdentalbereiche. Die gestrichelte Linie markiert die Grenze zwischen Alveolarknochen und Weichgewebe. Bu = bukkale Seite, Pa = palatinale Seite, CEJ = Schmelz-Zement-Grenze.

tikatorischen Mukosa und Studer et al.⁴ ermittelten ihre Dicke mithilfe der direkten Knochenperkussion mit einer Sonde. Müller et al.⁵ untersuchten die Dicke der oralen Weichgewebe mit einem Ultraschallgerät und Song et al.⁶ mittels Computertomografie. Allerdings unterlagen diese Studien jeweils gewissen Einschränkungen, wie der Sensitivität⁵ und Invasivität⁷ des Messverfahrens, einer geringen Kontrastaufklärung¹¹ und unzureichender Tiefe¹². In weiteren Studien wurde die mastikatorische Mukosa an zugeschnittenen Transplantaten histologisch untersucht. Es gibt somit kaum Studien, in denen die gesamte Mukosadiecke vom Epithel bis zum Periost erfasst wurde^{1,2}.

Aus diesen Gründen wurde in der vorliegenden Studie an Leichen die Dicke der mastikatorischen Mukosa gemessen und ihre histologischen Merkmale ermittelt, um die optimale Lage der Spenderstelle für autogene Transplantate zu ermitteln.

Material und Methode

Insgesamt wurden 16 Köpfe (32 Oberkieferhälften, die in midsagittaler Ebene an der Gaumennaht durchtrennt wurden) von verstorbenen Koreanern untersucht (13 Männer und drei Frauen). Die Leichen wurden vom Department of Anatomy, Chosun University, Gwangju, Korea, School of Medicine, zu Lehrzwecken zur Verfügung gestellt. Das Todesalter der Leichen lag bei 39 bis 73 Jahren (Mittelwert 57,1 Jahre). Die Dicke der mastikatorischen Mukosa wurde vom Eckzahn bis zum zweiten Molare an den jeweiligen Regionen gemessen.

Probenpräparation

Alle Proben wurden in einer entsprechenden Lösung (Formalinsäure 8 N plus 1-N Natriumformiat) für einen Monat dekalzifiziert, um Schäden an

den Weichgeweben der einbalsamierten Oberkieferhälften zu verhindern und die Anheftung der mastikatorischen Mukosa an den Alveolarknochen zu erhalten. Anschließend wurden die Proben für 12 Stunden in destilliertem Wasser neutralisiert. Jedes Oberkieferpräparat wurde mit einem Mikrotom (Feather) vom Eckzahn bis zum zweiten Molare koronal an den Interdentallinien und senkrecht zur Gaumennaht in Scheiben geschnitten (Abb. 1). Die Position der Schmelz-Zement-Grenze (SZG) wurde in jedem Präparat präpariert, indem an der Verbindungslinie der SZG ein Schnitt von bukkal nach palatinal erfolgte (Abb. 2).

Dickenmessung der mastikatorischen Mukosa

Die Schnittpräparate wurden in sechs Koronalebene untersucht (Abb. 1):

distale Seite des Eckzahns (C-D), distale Seite des ersten Prämolaren (P1-D), distale Seite des zweiten Prämolaren (P2-D), mittlere Schnittfläche des ersten Molaren (M1-Mid), distale Seite des ersten Molaren (M1-D) und distale Seite des zweiten Molaren (M2-D). Die Messungen an den 24 Standardpunkten erfolgten mit einer Parodontalsonde (Hu Friedy) senkrecht zur Oberfläche der mastikatorischen Mukosa, ab 3 mm apikal der SZG in Abständen von 3 mm (Abb. 2). Dazu wurde die Gummispitze auf die Oberfläche der mastikatorischen Mukosa aufgesetzt und der Messwert an der Sonde mit einem Vernier-Messschieber (Mitutoyo) bis auf 0,01 mm genau abgenommen. Alle Messungen wurden von vier Untersuchern mit hoher Übereinstimmung ($P = 0,796$) in der einseitigen Varianzanalyse (ANOVA) vorgenommen. Angegeben wurde jeweils der Mittelwert der vier Dickenmessungen an jedem Punkt.

Gewebepräparation

Die vier Schnittpräparate der vier Koronalebene (C-D, P2-D, M1-Mid, und M2-D) wurden nach einem Standardverfahren in Paraffin eingebettet und dann in Scheiben mit einer Dicke von 7 μm geschnitten. Diese wurden auf Glasträger verbracht, mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt und bei 12,5- und 40-facher Vergrößerung unter dem Lichtmikroskop betrachtet (Abb. 3).

Statistische Auswertung

Da sich in der einseitigen ANOVA kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der rechten und der linken Seite fand ($P = 0,449$), wurden die Messwerte von beiden Oberkie-

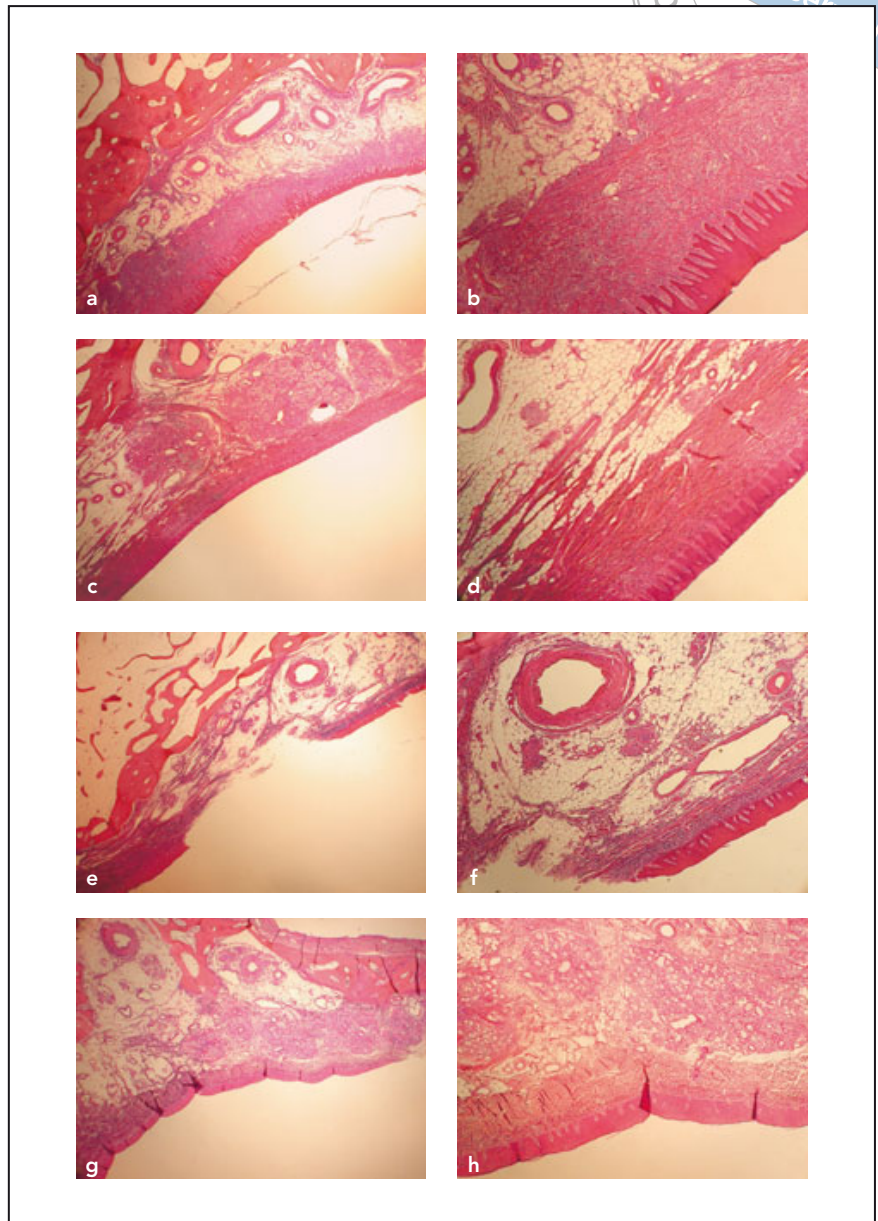


Abb. 3 Histologische Merkmale der mastikatorischen Mukosa. Die Lamina propria wurde zum Seitenzahnbereich und zur Gaumennaht hin dünner, während die Submukosa dicker wurde. (a und b) Eckzahn distal (Hämatoxylin-Eosin; Vergrößerung $\times 12,5$ und $\times 40$), (c und d) zweiter Prämolare distal (Hämatoxylin-Eosin; Vergrößerung $\times 12,5$ und $\times 40$), (e und f) erster Molar Mittellinie (Hämatoxylin-Eosin; Vergrößerung $\times 12,5$ und $\times 40$), (g und h) zweiter Molar distal (Hämatoxylin-Eosin; Vergrößerung $\times 12,5$ und $\times 40$). AT = Fettgewebe, Epi = Epithel, GT = Drüsengewebe, LP = Lamina propria.

ferhälften in einer Gruppe zusammengefasst. Auch eine Unterscheidung nach dem Geschlecht wurde nicht getroffen. Angegeben ist jeweils der Mittelwert \pm Standardabweichung

(SA). Außerdem wurden die 24 Messpunkte mit einer einseitigen ANOVA mit einem Post-hoc-Scheffé-Test auf Unterschiede abhängig von der Region und dem Abstand zur SZG unter-

Tabelle 1 Dicke (Mittelwert \pm SA und Bereich) der mastikatorischen Mukosa an den 24 Standardmesspunkten

Apikaler Abstand zur SZG (mm)	Dicke (mm)					
	C-D	P1-D	P2-D	M1-Mid	M1-D	M2-D
3	2,61 \pm 0,80 (1,08–4,50)	2,62 \pm 0,56 (1,60–3,98)	2,26 \pm 0,64 (1,25–3,75)	1,89 \pm 0,51 (1,12–2,80)	2,45 \pm 0,77 (0,88–3,98)	2,30 \pm 1,12 (0,73–6,05)
6	3,31 \pm 0,71 (2,28–5,75)	3,04 \pm 0,55 (1,83–4,15)	2,75 \pm 0,70 (1,14–4,03)	2,27 \pm 0,42 (1,75–3,33)	2,38 \pm 0,59 (1,41–4,05)	2,22 \pm 0,91 (0,50–4,40)
9	3,93 \pm 0,87 (2,59–6,60)	3,98 \pm 0,76 (2,56–5,98)	3,82 \pm 0,65 (2,56–4,90)	3,31 \pm 0,61 (2,33–5,05)	2,85 \pm 0,64 (1,70–4,13)	3,25 \pm 1,34 (1,33–6,98)
12	4,34 \pm 1,09 (2,90–7,53)	4,42 \pm 0,86 (3,05–6,15)	4,28 \pm 0,83 (3,00–6,03)	3,86 \pm 0,86 (2,68–6,28)	3,98 \pm 1,15 (2,41–6,30)	4,85 \pm 1,65 (2,05–8,63)

SZG = Schmelz-Zement-Grenze, C = Eckzahn, P1 = erster Prämolare, P2 = zweiter Prämolare, M1 = erster Molar, M2 = zweiter Molar, D = distale Seite des Zahns, Mid = Mittellinie des Zahns, SA = Standardabweichung.

Tabelle 2 Dicke der mastikatorischen Mukosa abhängig von der Region

	C-D	P1-D	P2-D	M1-Mid	M1-D	M2-D
Dicke (mm, Mittelwert \pm SA)	3,55 \pm 1,09	3,51 \pm 0,99	3,28 \pm 1,07	2,83 \pm 1,00	2,92 \pm 1,03	3,15 \pm 1,66

C = Eckzahn, P1 = erster Prämolare, P2 = zweiter Prämolare, M1 = erster Molar, M2 = zweiter Molar, D = distale Seite des Zahns, Mid = Mittellinie des Zahns, SA = Standardabweichung.

Tabelle 3 Dicke der mastikatorischen Mukosa abhängig vom apikalen Abstand zur SZG

	Abstand (mm)			
	3	6	9	12
Dicke (mm, Mittelwert \pm SA)	2.35 \pm 0.79	2.65 \pm 0.77	3.52 \pm 0.94	4.29 \pm 1.14

SZG = Schmelz-Zement-Grenze, SA = Standardabweichung.

sucht. Dieser Unterschied erreichte keine statistische Signifikanz. Danach wurden die Mittelwerte \pm SA auf eine abhängig von der Region und dem Abstand zur SZG vorhandene Tendenz überprüft (Tabelle 2 und 3). Alle statistischen Auswertungen wurden mit der Software SPSS Version 12,0 (IBM) durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf $P < 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die Messwerte für die Dicke der mastikatorischen Mukosa an den 24 Messpunkten zusammengefasst. Am dünnsten war die Mukosa 3 mm apikal der SZG an M1-Mid (1,89 \pm 0,51 mm) und am dicksten 12 mm apikal der SZG an M2-D (4,85 \pm 1,65 mm). Die mittlere

re Dicke der mastikatorischen Mukosa sank von C-D bis M1-Mid und stieg dann bis M2-D wieder an; am dicksten war sie in der C-D-Region (3,55 \pm 1,09 mm) und am dünnsten in der M1-Mid-Region (2,83 \pm 1,00 mm; Tabelle 2). Die mittlere Dicke der mastikatorischen Mukosa nahm in allen Regionen mit dem apikalen Abstand von der SZG zu (Tabelle 3).

Histologisch nahm die Dicke in dem Anteil der mastikatorischen Mukosa, der nur dichtes Bindegewebe enthält (und keine Submukosa), zum Seitenzahnbereich und der Gaumennaht hin ab. Insbesondere das Stratum papillare (mit vielen Kapillarschlingen) und das Stratum reticulare (aus dichten Kollagenfasern) der Lamina propria wurden zu diesen Bereichen hin dünner. Im Gegensatz dazu wurde die Submukosa zum Seitenzahnbereich und der Gaumennaht hin dicker. Diese Zunahme betraf überwiegend das Drüsen- und Fettgewebe, das das palatinale neurovaskuläre Bündel schützt. Im posterioren Bereich von C-D fand sich eine kleine Speicheldrüse in der Submukosa. Im Bereich der Prämolaren zeigte sich mehr Fettgewebe und im Bereich der Molaren in der Regel viele Drüsen. Die M1-Mid-Region wies dünnes, dichtes Bindegewebe sowie einen sinkenden Drüsenanteil in der Submukosa auf (Abb. 3). Einige der M1-D-Proben enthielten die Muskeln des weichen Gaumens.

Diskussion

Die mastikatorische Mukosa wird in der parodontalen plastischen Chirurgie z. B. für die Wurzeldeckung, Alveolarkammaugmentation, Vestibulumplastik und Papillenrekonstruktion als autogenes Spendermaterial eingesetzt, um die Funktion und Ästhetik wiederherzustellen³⁻¹⁶. In der vorliegenden Studie nahm die Dicke der mastikatorischen Mukosa von C-D (3,55 mm) nach M1-Mid (2,83 mm) ab und stieg dann bis M2-D (3,15 mm). Mithilfe der Knochenperkussion stellten Wara-aswapati et al.⁸ fest, dass die Dicke an C 3 mm apikal des Gingivasaums 2,0 mm, 6 mm apikal 2,7 mm und 9 mm apikal 2,4 mm, an M1 an denselben Messpunkten 2,1 mm, 2,9 mm und 4,1 mm sowie an M2 2,7 mm, 3,8 mm und 6,0 mm

beträgt. Obwohl die Messpunkte etwas differierten, war die Mukosa in der vorliegenden Studie insgesamt dünner. Dieser Unterschied könnte durch den Druck auf den Gaumen und die Gewebsverschiebung beim Sondieren entstanden sein^{6,9}. Die vorliegende Studie war in gewisser Weise eingeschränkt, weil die Weichgewebe durch die Einbalsamierung schrumpfen. Allerdings konnten die Messwerte der mastikatorischen Mukosa an den dekalzifizierten Präparaten ausreichend evaluiert werden, weil sie im direkten Kontakt statt nur durch Sondieren erhoben wurden. Müller et al.⁵ ermittelten mit einem Ultraschallgerät an P1 eine Dicke von 2,7 mm und an P2 von 3,50 mm. Sie stuften das Verfahren als nicht invasiv, valide und reliabel ein, gaben aber gleichzeitig einen Messfehler von 0,54 mm sowie Einschränkungen in Bereichen mit einer Dicke > 4 mm an. Song et al.⁶ gaben die Dicke der mastikatorischen Mukosa bei der Messung mithilfe von Computertomogrammen an C mit 3,46 mm, M1 mit 3,13 mm und M2 mit 3,39 mm an. Dieses Verfahren ist nicht invasiv und nicht seitenspezifisch und ermöglicht die Speicherung von Daten; allerdings sind Fehler beim Scannen möglich. Obwohl die Ergebnisse der vorliegenden Studie leicht von denen früherer Studien abweichen, war die Tendenz doch gleich, da die Dicke der mastikatorischen Mukosa von C-D bis M1-Mid abnahm und dann ab M2-D zunahm.

Im Gaumen des Frontzahnbereichs sinkt der Abstand zwischen der A. palatina major und der SZG der Frontzähne. Außerdem anastomosiert sie dort mit Ästen der A. palatina descendens aus dem Foramen incisivum¹⁷. Zusätzlich sind die Gaumenfalten für die kieferorthopädische und prothetische Diagnostik und Behandlung klinisch relevant und beeinflussen die Aussprache¹⁸. Obwohl die Frontzahnregion C-D in der

vorliegenden Studie nicht untersucht wurde, verläuft die A. palatina major dort sehr nahe an der SZG¹⁷. Daher müssen die neurovaskulären Bündel bei der Entnahme subepithelialer Bindegewebsstransplantate aus dem Frontzahnbereich jenseits von C-D aufgrund der dafür erforderlichen tiefen Inzision geschont werden⁸.

In der vorliegenden Studie war die mastikatorische Mukosa an M1-Mid am dünnsten (von allen anderen Punkten am harten Gaumen). Sie wies an dieser Stelle nur dünnes Bindegewebe sowie wenige Drüsen auf. Da sie auf der massigen Wurzel des ersten Molars nur sehr dünn ist, könnte die posteriore Mukosa jenseits von M1-Mid nach der Transplantation schrumpfen¹. Am dicksten war die mastikatorische Mukosa 12 mm apikal der SZG an M2-D. Andere Untersucher^{4,5} gaben mehr retromolares Gewebe als am Gaumen an. Bei 35,7 % der Frauen und 65 % der Männer liegt das Foramen palatinum majus an der palatinalen Seite von M2¹⁹ und 2,1 mm anterior des posterioren Rands des harten Gaumens²⁰. Die wichtigste Arterie des Gaumens, die A. palatina major, zieht nahe M2 durch das Foramen palatinum majus und dann nach anterior, sodass sie abhängig von der Form des Gaumengewölbes in engem Kontakt mit dem Alveolarkamm 7 bis 17 mm apikal der SZG in der palatinalen Knochenrinne liegt^{17,21}. Außerdem unterschied sich die Gaumendicke an M2 und im retromolaren Bereich. Für diesen Bereich wurde ein relativ hoher Messfehler von 1,26 mm ermittelt⁵. Somit besteht im Seitenzahnbereich jenseits von M1-D die Gefahr einer Schädigung des neurovaskulären Bündels und der fehlenden Erreichbarkeit. In der vorliegenden Studie sank die zur Entnahme verfügbare Bindegewebsmenge unabhängig von der Dickenzunahme der mastikatorischen Mukosa im posterioren Bereich von M1-Mid, da die Submukosa

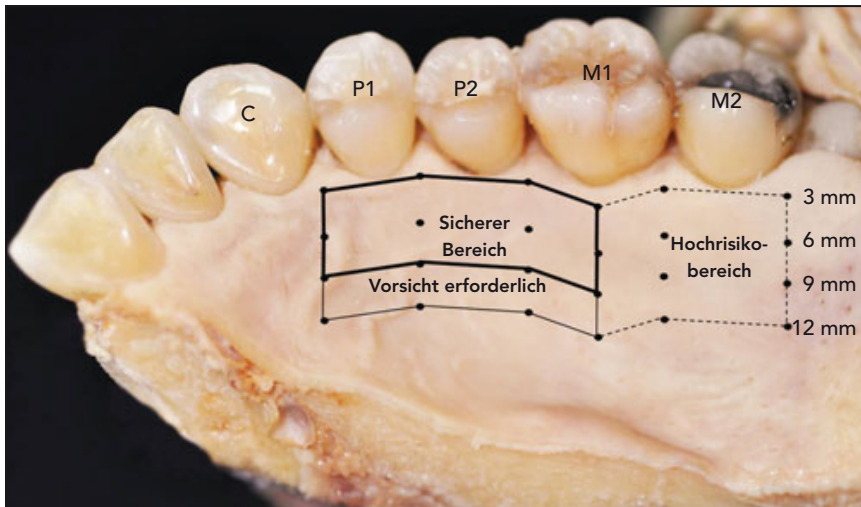


Abb. 4 Referenzwerte der Entnahmestelle an den 24 Messpunkten (Punkte). Der optimale Bereich für die Entnahme eines Transplantats wird als sicherer Bereich bezeichnet. Der mit „Vorsicht erforderlich“ markierte Bereich kann ebenfalls verwendet werden, wobei aufgrund der Nähe des neurovaskulären Bündels der A. palatina major vorsichtig vorgegangen werden muss. Der Hochrisikobereich ist nicht für eine Transplantatentnahme geeignet.

hier überwiegend aus Drüsen- und Fettgewebe bestand. Daher steht die palatinale Mukosa aus dem Seitenzahnbereich jenseits von M1-D trotz ihrer ausreichenden Dicke nur eingeschränkt als Transplantatmaterial zur Verfügung.

Histologisch betrachtet wurde der Teil der Lamina propria mit dichten Bindegewebsfasern zum Seitenzahnbereich und zur Gaumennaht hin dünner, während die Submukosa mit Drüsen- und Fettgewebe dicker wurde. Die Gingiva im Frontzahnbereich C-D besitzt ähnliche histologische Eigenschaften, während die Mukosa im Bereich der Prämolaren viel Fettgewebe und im Bereich der Molaren viele Drüsen enthält. Vermutlich wird die stützende Lamina propria bei Inzisionen gleicher Tiefe vom Seitenzahnbereich bis zur Gaumennaht dünner und der Anteil des Fettgewebes als Barriere nimmt zu².

Um Referenzwerte für Entnahmestellen zu liefern, wurde in der vorliegenden Studie die Verteilung der mastikatorischen Mukosa an 24 Messpunkten ermittelt, um ihre Dicke sowie ihre histologischen Merkmale zu bestimmen (Abb. 4). In Abbildung 4 ist eingezeichnet, welches der sichere Bereich ist, der am besten für

eine Transplantatentnahme geeignet ist, weil er eine relativ dicke Mukosa mit dicker Lamina propria und dünner Submukosa enthält. In den anderen Bereichen ist aufgrund des dort vorhandenen neurovaskulären Bündels (A. palatina major) 13,1 mm apikal der SZG an M1 und 12,2 mm apikal der SZG an P1 ein sorgfältigeres Vorgehen erforderlich²². Der Rand des Sulcus palatinus major, der an der Kurve des Processus alveolaris entlang des Oberkieferknochens gemessen wurde, lag an M2 7,9 mm und an P1 5,7 mm apikal der SZG¹⁹. Der in Abbildung 4 gekennzeichnete Hochrisikobereich sollte nicht zur Transplantatentnahme verwendet werden, da er nur dünne Mukosa enthält oder an das Foramen palatinum majus grenzt. Eine Verletzung der dort verlaufenden Strukturen führt zu postoperativen Blutungen und Parästhesien¹⁷.

Schlussfolgerung

Am dicksten war die mastikatorische Mukosa im Bereich C-D und am dünnsten im Bereich M1-Mid. Der Bereich 3 bis 9 mm apikal der SZG von CD bis M1-Mid scheint am

besten für die Entnahme autogener Transplantate geeignet zu sein, da er viel Lamina propria und wenig Submukosa enthält.

Danksagung und Interessenerklärung

Diese Studie wurde vom Basic Science Research Program des National Research Foundation of Korea (NRF), das vom Ministerium für Ausbildung, Wissenschaft und Technik gegründet wurde, unterstützt (KRF-2008-313-E00549). Die Autoren geben bezogen auf diese Studie keine Interessenkonflikte an.

Literatur

1. Mörmann W, Schaer F, Firestone AR. The relationship between success of free gingival grafts and transplant thickness. Revascularization and shrinkage: A one year clinical study. J Periodontol 1981;52:74–80.
2. Sullivan HC, Atkins JH. Free autogenous gingival grafts. I. Principles of successful grafting. Periodontics 1968;6:121–129.
3. Östlund SG. The effect of complete dentures on the gum tissue: A histological and histopathological investigation. Acta Odontol Scand 1958;16:1–40.

4. Studer SP, Allen EP, Rees TC, Kouba A. The thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity as potential donor sites for ridge augmentation procedures. *J Periodontol* 1997; 68:145–151.
5. Müller HP, Schaller N, Eger T. Ultrasonic determination of thickness of masticatory mucosa: A methodologic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88:248–253.
6. Song JE, Um YJ, Kim CS, et al. Thickness of posterior palatal masticatory mucosa: The use of computerized tomography. *J Periodontol* 2008;79:406–412.
7. Barriviera M, Duarte WR, Januário AL, Faber J, Bezerra AC. A new method to assess and measure palatal masticatory mucosa by cone-beam computerized tomography. *J Clin Periodontol* 2009; 36:564–568.
8. Wara-aswapati N, Pitiphat W, Chandrapho N, Rattanayatikul C, Karimbux N. Thickness of palatal masticatory mucosa associated with age. *J Periodontol* 2001;72:1407–1412.
9. Kydd WL, Daly CH, Wheeler JB. The thickness measurement of masticatory mucosa in vivo. *Int Dent J* 1971;21:430–441.
10. Stipetic J, Hrala Z, Celebic A. Thickness of masticatory mucosa in the human hard palate and tuberosity dependent on gender and body mass index. *Coll Antropol* 2005;29:243–247.
11. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:228–231.
12. Lawson RB, Jones ML. An evaluation of a noninvasive method of assessing alveolar bone levels in an experimental model of cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J* 1998;35:1–8.
13. Hall HD, O’Steen AN. Free grafts of palatal mucosa in mandibular vestibuloplasty. *J Oral Surg* 1970;28:565–574.
14. Langer L, Langer B. The subepithelial connective tissue graft for treatment of gingival recession. *Dent Clin North Am* 1993;37:243–264.
15. Seibert JS, Salama H. Alveolar ridge preservation and reconstruction. *Periodontol* 2000 1996;11:69–84.
16. Azzi R, Takei HH, Etienne D, Carranza FA. Root coverage and papilla reconstruction using autogenous osseous and connective tissue grafts. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:141–147.
17. Reiser GM, Bruno JF, Mahan PE, Larkin L. The subepithelial connective tissue graft palatal donor site: Anatomic considerations for surgeons. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1996;16:130–137.
18. Patil MS, Patil SB, Acharya AB. Palatine rugae and their significance in clinical dentistry: A review of the literature. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1471–1478.
19. Klosek SK, Rungruang T. Anatomical study of the greater palatine artery and related structures of the palatal vault: Considerations for palate as the subepithelial connective tissue graft donor site. *Surg Radiol Anat* 2009;31:245–250.
20. Methathrathip D, Apinhasmit W, Chompoopong S, Lertsirithong A, Ariyawatkul T, Sangvichien S. Anatomy of greater palatine foramen and canal and pterygo-palatine fossa in Thais: Considerations for maxillary nerve block. *Surg Radiol Anat* 2005;27:511–516.
21. Li KK, Meara JG, Alexander A Jr. Location of the descending palatine artery in relation to the Le Fort I osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1996;54:822–825.
22. Fu JH, Hasso DG, Yeh CY, Leong DJ, Chan HL, Wang HL. The accuracy of identifying the greater palatine neurovascular bundle: A cadaver study. *J Periodontol* 2011;82:1000–1006.