Redaktion

K. Dawirs, Essen
 K. Wermker, Osnabrück

Die gesamte Körperoberfläche wird von der Haut bedeckt, wobei sich deren Struktur regionen-, alters- und geschlechtsspezifisch unterscheidet und nach der Funktion richtet. Die Kenntnis der strukturellen und funktionellen Unterschiede ist im klinischen Alltag für die Narbenbildung während der Wundheilung und somit für das ästhetische Ergebnis entscheidend. Die allgemeinen Funktionen der Haut sind

- Schutz vor mechanischen, chemisch-toxischen, thermischen und mikrobiellen Einflüssen,
- Schutz vor Wasserverlust,
- Absorption von Strahlung,
- Temperaturregulation,
- Sinneswahrnehmung,
- immunologische Überwachung sowie
- Bildung von Vitamin D unter Einfluss von Sonnenlicht.

Im Gesicht kommt der Haut neben den physiologischen und immunologischen Eigenschaften noch eine weitere wichtige Funktion zu, nämlich die Mimik und damit die Informationsvermittlung. Neben den altersbedingten strukturellen Veränderungen ist die Gesichtshaut, anders als die Körperhaut, ständig ungeschützt der Umwelt ausgesetzt und damit anfälliger für Schädigungen, die häufig chirurgische Eingriffe in der Gesichtsregion zur Folge haben. Diese können zu funktionellen Einschränkungen bis hin zum Verlust der mimischen Expression und zu ästhetischen Problemen durch entstehende Narbenbildung führen. Daher ist eine detaillierte Kenntnis der Strukturen der Gesichtshaut sowohl für das Verständnis der Morphogenese pathogener Prozesse als auch bei der Planung chirurgischer

W. H. Arnold · T. Sandulescu

Department für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Universität Witten/Herdecke, Witten, Deutschland

Funktionelle Morphologie der Gesichtshaut

und konservativer Therapieansätze von besonderer Bedeutung.

Gesichtshaut

Die Gesichtshaut ist ein komplexes Organ und gliedert sich in 3 Schichten, die Epidermis, die Dermis und die Subkutis, wobei die Subkutis das superfizielle muskuloaponeurotische System (SMAS) darstellt ([1]; **Abb. 1**). Das Verständnis des anatomischen Aufbaus und der Funktion der Gesichtshaut ist eine wesentliche Grundlage in der Gesichtschirurgie.

Epidermis

Die Epidermis bildet die äußere superfizielle Hautschicht, die kontinuierlich regeneriert wird. Sie besteht aus einem mehrschichtigen verhornenden Plattenepithel, das wiederum in Schichten gegliedert ist (**Abb. 2**). Das Stratum basale dient der Regeneration der Zellen. Hier erfolgt die Zellteilung der Basal-

zellen. Eingestreut zwischen die Basalzellen finden sich die dendritischen pigmentbildenden Melanozyten. Das Verhältnis Melanozyten zu Basalzellen beträgt im Wangenbereich 1:4 (vgl. Torso 1:10). Durch die Bildung des protektiven Pigments Melanin erhält die Haut ihren Farbton. Das mithilfe der Tyrosinase aus Tyrosin synthetisierte Melanin wird in Melanosomen durch die dendritischen Ausläufer zu den Keratinozyten transportiert, wo es regenschirmartig über die Zellkerne verteilt wird und somit diese gegen die UV-Strahlung schützt. Dies erklärt auch, warum das Risiko für die Entwicklung kutaner Tumoren mit sinkender Hautpigmentierung steigt. Die Aktivität der Tyrosinase nimmt mit dem Alter ab. Die Menge der Melanozyten zeigt keine ethnischen Variationen. Für die Stärke der Hautpigmentierung ist die Menge der Melanosomen entscheidend. Bei der Vitiligo existieren keine Melanozyten, während beim Albinismus die

Abb. 1 ▲ Übersicht über die Gesichtshaut in der Wange. HE-Färbung. 1 Epidermis, 2 Dermis, 3 Subkutis, ausgebildet als superfiziales muskuloaponeurotisches System

Abb. 2 ▲ Schichtengliederung des verhornenden Plattenepithels des Gesichts. HE-Färbung. 1 Stratum basale, 2 Stratum spinosum, 3 Stratum granulosum, 4 Stratum corneum, 5 Stratum papillare, unterbrochene Pfeile: Melanozyten

Abb. 3 ▲ Basaliom. Die zahlreichen Mitosen im Tumorgewebe sind deutlich zu erkennen. Der Tumor durchbricht die Basalmembran des Epithels nicht. Rechts unten ist eine entzündliche Infiltration zu erkennen. HE-Färbung

Abb. 4 ◀ Vergrößerung des Stratum spinosum. Die polygonalen Zellen sind durch Desmosomenbrücken (Pfeil) miteinander verknüpft. HE-Färbung

vorhandenen Melanozyten keine Tyrosinase besitzen.

» Die Melanozyten können zu malignen Melanomen entarten

Die Melanozyten können zu malignen Melanomen entarten. Eine entartete Teilung der Basalzellen führt zur Entwicklung von Basaliomen (Abb. 3) oder Basalzellkarzinomen. Im darüber liegenden Stratum spinosum (Stachelzellschicht) finden sich polygonale Zellen, deren sternförmige Zellfortsätze über Desmosomen mit den Nachbarzellen fest verbunden sind (Abb. 4). Über dem Stratum spinosum liegt das Stratum granulosum. Die Zellen des Stratum granulosum enthalten basophile Keratohyalin granula, die die Grundlage für das Stratum corneum der Hornschicht sind. Außerdem werden von den Zellen des Stratum granulosum Lipide sezerniert, die sich in das Stratum corneum ausbreiten und dort eine wasserdichte Schutzschicht bilden, die vor Austrocknung der Haut schützt. Das Stratum corneum ist in der Gesichtshaut relativ dünn und besteht aus organellenlosen Zellen, die überwiegend Zytokeratin enthalten. Da sie nicht mehr über Desmosomen verbunden sind, können sie leicht abschilfern. Der epidermale Turnover von der basalen Schicht bis zum

Abb. 5 ▲ Übersichtsaufnahme des superfiziellen muskuloaponeurotischen Systems (SMAS) aus der präparotidealen Region. Die SMAS-Septen verbinden die mimischen Muskeln mit der Haut. HE-Färbung. 1 Epidermis, 2 SMAS-Bindegewebefasern, 3 mimische Muskulatur

Stratum corneum dauert ca. 30 Tage. Die Epidermis unterliegt Alterungsprozessen und ist sehr dünn bei der Geburt, verhärtet sich während der Pubertät und Adoleszenz und wird beginnend mit der 5. und 6. Lebensdekade wieder dünner. Die Oberfläche der Epidermis ist im Gesicht altersabhängig glatt oder gefaltet. Die Ursachen für die Faltenbildung liegen jedoch nicht nur in der Epidermis, sondern auch in der Subkutis [2].

Dermis

Die Dermis (Lederhaut) besteht aus straffen kollagenen und elastischen Fasern und enthält Nerven und Gefäße. Sie ist über das Stratum papillare fest mit der Epidermis verbunden (■ Abb. 2). Das Stratum papillare enthält zahlreiche Kapillaren, die der Ernährung der Epidermis dienen. Die Epidermis wird von der Dermis durch die Basalmembran abgegrenzt. Die Dermis verleiht der Haut ihre Elastizität und schützt vor Austrocknung. In ihr finden sich Makrophagen, Lymphozyten und Mastzellen. Die Dicke der Dermis variiert von weniger als 1 mm im Bereich der Augenlider bis zu 1,5 mm temporal und 2,5 mm im Bereich des Kapillitiums. Sie unterliegt analog zur Epidermis altersbedingten Variationen.

Subkutis

Die Subkutis der Gesichtshaut unterscheidet sich von der des restlichen Körpers. Sie ist als das SMAS definiert, das die mimische Muskulatur mit der Dermis verbindet. Die mimische Muskulatur besitzt keine Faszien. Sie ist über die Bindegewebfasern des SMAS mit der Dermis verbunden, wodurch die Kontraktion der Muskulatur auf die Haut übertragen wird (■ Abb. 5). Das SMAS stellt eine funktionelle Einheit dar. Die Ausrichtung der bindegewebigen Fasern korreliert eng mit der topographischen Lage der mimischen Muskulatur [2–5].

Die dreidimensionale Konstruktion des SMAS unterscheidet sich in den verschiedenen Regionen des Gesichts, sodass sich daraus Konsequenzen für chirurgische Eingriffe ergeben [2–5]. Dabei ist die Anordnung der Binde-

MKG-Chirurg 2019 · 12:198–205 <https://doi.org/10.1007/s12285-019-00215-8>
© Der/die Autor(en) 2019

W. H. Arnold · T. Sandulescu

Funktionelle Morphologie der Gesichtshaut

Zusammenfassung

Die Gesichtshaut stellt eine Besonderheit dar, da sie neben den allgemeinen Funktionen der Haut auch der Informationsvermittlung durch die Mimik dient. Sie gliedert sich in 3 Schichten: Epidermis, Dermis und Subkutis. Letztere ist im Gesicht als superfizielles muskuloaponeurotisches System (SMAS) differenziert. Dieses SMAS verbindet die mimische Muskulatur mit der Haut und induziert als eigenständig agierende funktionelle Einheit die differenzierte Mimik. Die regionale unterschiedliche dreidimen-

sionale Architektur des SMAS trägt zur spezifischen Morphogenese der Gesichts- und Halsfalten bei. Bei chirurgischen Eingriffen im Gesichtsbereich sind die Besonderheiten des SMAS in den verschiedenen Regionen des Gesichts zu beachten.

Schlüsselwörter

Mimik · Gesichtsmuskeln · Superfizielles muskuloaponeurotisches System · Dermis · Epidermis

Functional morphology of facial skin

Abstract

Facial skin represents a particularity which, in addition to performing general skin functions, serves communication by conveying facial expressions. It is divided into three layers: epidermis, dermis, and the subcutaneous layer. The latter is represented in the face by the superficial musculoaponeurotic system (SMAS). The SMAS connects facial muscles to the skin and, as an independent functional unit, induces complex differentiated expressions. The different regional three-

dimensional SMAS architecture contributes to specific morphogenesis of the facial and cervical folds. During facial surgical interventions, regional SMAS characteristics need to be considered.

Keywords

Facial expression · Facial muscles · Superficial musculoaponeurotic system · Dermis · Epidermis

gewebefasern für die Typisierung des SMAS entscheidend.

» Die Anordnung der Bindegewebfasern ist für die Typisierung des SMAS entscheidend

Vier Architekturtypen des SMAS wurden differenziert. Das SMAS Typ I überdeckt den präparotidealen Bereich der Wange lateral der Nasolabialfalte sowie die Stirnregion und setzt sich aus senkrecht aufgestellten Bindegewebesepten zusammen, die Fettgewebepolster ummauern und die mimische Muskulatur mit der Haut verbinden. Medial der Nasolabialfalte werden die periorale und die nasale Region von einer aus kurzen und kräftigen Bindegewebesepten bestehenden SMAS-Architektur mit vereinzelt Fett-

gewebeinseln überdeckt (SMAS Typ II). Die parotideale Region (SMAS Typ IV) wird von der präparotidealen Region durch das Septum subcutaneum parotideomassetericum [6] demarkiert und zeigt eine, durch die fehlende mimische Muskulatur bedingte, parallele Anordnung der bindegewebigen Septen zur Hautoberfläche. Die Ober- und Unterlidregion werden von einer fettfreien, aus lockermaschigem Bindegewebe bestehenden SMAS-Architektur (SMAS Typ III) bedeckt.

N. facialis

Nachdem der N. facialis das Foramen stylomastoideum verlassen hat und seine dorsalen Endäste abzweigt, tritt er am Hinterrand der Glandula parotidea in die Drüse ein. In der Glandula parotidea teilt er sich in seine 5 motorischen Endäste auf und bildet inner-

Hier steht eine Anzeige.

Abb. 6 ◀ Darstellung des Verlaufs des N. facialis im Gesichtsbereich. Die gestrichelten Linien markieren den Bereich, in dem der N. facialis direkt in der Subkutis liegt. (Aus [7], mit freundlicher Genehmigung Quintessenz Publishing)

Abb. 7 ▲ Rasterelektronische Aufnahme der Fettpolster des superfiziellen muskuloaponeurotischen Systems mit den durch Bindegewebe verstärkten Fettgewebekompartimenten (Pfeile)

Abb. 8 ▲ Lymphknoten innerhalb des superfiziellen muskuloaponeurotischen Systems (SMAS) in der parotidealen Region. Azan-Färbung. 1 Lymphknoten, 2 SMAS-Bindegewebescheiden

Abb. 9 ◀ Immunhistochemischer Nachweis von quergestreiften Muskelzellen (Pfeile) innerhalb der Bindegewebefasern des superfiziellen muskuloaponeurotischen Systems

halb der Drüse den Plexus parotideus (▣ Abb. 6). Am Vorderrand der Drüse verlassen die Endäste den Drüsenkörper und liegen im weiteren Verlauf bis zum Erreichen der mimischen Muskulatur im Fettgewebe der Subkutis (▣ Abb. 6). Hier besteht bei der Präparation die Gefahr einer Nervenschädigung.

Das SMAS als funktionelle Einheit

Die univakuolären Adipozyten des SMAS sind bindegewebig miteinander verbunden und in mit einer bindegewebigen Membran ummauerten Fettgewebepolster organisiert (▣ Abb. 7). Die durch Bindegewebe verstärkten Fettkompartimente dienen als Gleitpolster für die mimische Muskulatur gegen die Haut während der Kontraktion [8, 9]. Die Organisation der Fettgewebekompartimente des Gesichts nimmt eine zentrale Rolle bei augmentativen und reliefverbessernden Verfahren ein [10–12].

Das SMAS ist für die Elastizität der Haut verantwortlich und übernimmt eine zentrale Rolle bei der Ausbildung von Gesichtsfalten. Die unterschiedlichen Architekturen des SMAS bedingen in deren Grenzbereichen die Ausbildung habitueller Gesichtsfalten. Diese morphostrukturell determinierten kutanen Formationen unterscheiden sich von den akzidentellen und alterungsprozessabhängigen Falten. Die akzidentellen Gesichtsfalten werden durch die direkte Übertragung der Kontraktionen mimischer Muskulatur zur Haut durch die Binde-

gewebefasern des SMAS induziert. Die alterungsprozessabhängigen Falten stellen redundante kutane Formationen dar, die durch einen Verlust der Elastizität im Bereich der Dermis bedingt werden.

Das SMAS der Halsregion (Typ V) verbindet das Platysma mit der Haut. Die bindegewebige Mehretagenarchitektur, bestehend aus parallel zur Haut und zum Platysma angeordnete bindegewebigen Septen mit kurzen vertikal orientierten Verbindungssepten, charakterisiert das zervikale SMAS. Dadurch werden Kontraktionen einzelner Muskelbündel des Platysmas planar zur Haut übertragen. Der Aufbau des zervikalen SMAS trägt zur typischen Ausbildung der „platysma bands“ bei, die sich von den fazialen Falten der Gesichtsregionen unterscheiden.

Die Kenntnis der SMAS-Typisierung ist entscheidend bei der Demarkierung fazialer ästhetischer Zonen und für das Verständnis des Pathomechanismus bei der Entstehung der Gesichtsfalten.

» Das SMAS ist für die Elastizität der Haut verantwortlich

Im SMAS befinden sich Nerven als Endäste des N. trigeminus, Arterien, Venen und Lymphgefäße (▣ Abb. 8). Die Endäste des N. facialis liegen alle unterhalb der mimischen Muskulatur, sodass bei einer Präparation innerhalb des präparotideal SMAS keine Gefahr einer Schädigung des N. facialis besteht. Innerhalb der Bindegewebefasern des SMAS finden sich einzelne Fasern der quergestreiften

Muskulatur (▣ Abb. 9). Wahrscheinlich dienen diese der Feineinstellung der Mimik. Schädigungen des SMAS könnten daher die Mimik erheblich beeinflussen.

Das Verständnis des mehrschichtigen Aufbaus der Gesichtshaut stellt eine Voraussetzung für die Planung und Durchführung operativer Verfahren zur identitätserhaltenden Gesichtsverjüngung dar [13]. Dabei müssen die morphologischen regionalen Unterschiede des SMAS berücksichtigt werden.

Fazit

Die Gesichtshaut ist ein schichtweise aufgebautes komplexes Organ, dessen Funktion sich durch die Interaktion zwischen Epidermis, Dermis und subkutanem Gewebe (SMAS) ergibt.

Das SMAS als fibromyoadipöses Netzwerk verbindet die fasziellosen mimischen Muskeln mit der Haut und trägt zur mimischen Expression bei.

Die regionenspezifische SMAS-Architektur ist bisher noch nicht vollständig bekannt und bedarf der weiteren Untersuchung. Sie determiniert die Ausbildung von unterschiedlichen fazialen und zervikalen Falten.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. W. H. Arnold
Department für Zahn-,
Mund- und Kieferheilkunde,
Universität Witten/Herdecke
Alfred Herrhausenstraße 44,
58455 Witten, Deutschland
Wolfgang.Arnold@uni-wh.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. W. H. Arnold und T. Sandulescu geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Com-

mons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. Mitz V, Peyronie M (1976) The superficial musculo-aponeurotic system (SMAS) in the parotid and cheek area. *Plast Reconstr Surg* 58:80–88
2. Sandulescu T, Buechner H, Rauscher D, Naumova EA, Arnold WH (2019) Histological, SEM and three-dimensional analysis of the midfacial SMAS—new morphological insights. *Ann Anat* 222:70–78
3. Sandulescu T, Blaurock-Sandulescu T, Buechner H, Naumova EA, Arnold WH (2018) Three-dimensional reconstruction of the suborbicularis oculi fat and the infraorbital soft tissue. *JPRAS Open* 16:6–19
4. Sandulescu T, Franzmann M, Jast J, Blaurock-Sandulescu T, Spilker L, Klein C et al (2019) Facial fold and crease development: a new morphological approach and classification. *Clin Anat* 32:573–584
5. Sandulescu T, Spilker L, Rauscher D, Naumova EA, Arnold H (2018) Morphological analysis and three-dimensional reconstruction of the SMAS surrounding the nasolabial fold. *Ann Anat* 217:111–117
6. Pilsl U, Anderhuber F (2010) The septum subcutaneum parotidomassetericum. *Dermatol Surg* 36:2005–2008
7. Radlanski RJ, Wesker KH (2012) Das Gesicht, 2. Aufl. Quintessence, Berlin
8. Kruglikov I, Trujillo O, Kristen Q, Isac K, Zorko J, Fam M et al (2016) The facial adipose tissue: a revision. *Facial Plast Surg* 32:671–682
9. Kruglikov IL, Scherer PE (2017) General theory of skin reinforcement. *PLoS ONE* 12:e182865
10. Gierloff M, Stohring C, Buder T, Gassling V, Acil Y, Wiltfang J (2012) Aging changes of the midfacial fat compartments: a computed tomographic study. *Plast Reconstr Surg* 129:263–273
11. Gierloff M, Stohring C, Buder T, Wiltfang J (2012) The subcutaneous fat compartments in relation to aesthetically important facial folds and rhytides. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg* 65:1292–1297
12. Pilsl U, Anderhuber F (2010) The chin and adjacent fat compartments. *Dermatol Surg* 36:214–218
13. Funk W (2017) Presto lift—a facelift that preserves the retaining ligaments and SMAS tethering. *Oral Maxillofac Surg* 21:33–39

Warum Knochen versagen

Können Analysemethoden aus der Werkstoffforschung helfen, menschliche Knochen besser zu verstehen? Ein junges Forscherteam der Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) in Thun verfolgt genau diesen Ansatz.

Die Stabilität von Knochen wird durch deren Mikrostruktur, der Dichte von Mikrorissen und Gewebeeigenschaften bestimmt. Der komplexe Aufbau des Knochens erlaubt es ihm, trotz relativ geringer Dichte robust und widerstandsfähig zu sein. Es gilt die Faustformel: Je höher die Mineralisierung, desto steifer, aber auch bruchanfälliger ist der Knochen.

Wenn Knochen brechen, dann reicht es nicht, nur die Dichte und Struktur des Knochens auf Makroebene zu betrachten – für den Bruch sind Mechanismen in allen Skalenbereichen verantwortlich.

Werkstoffanalysen für Knochen

Eine Forschungsgruppe an der Empa in Thun unter der Leitung von Jakob Schwiedrzik hat es sich zum Ziel gesetzt, das Versagen der Knochen auf Lamellenebene besser zu verstehen. «Wenn man nur die Knochendichte betrachtet, wie das im klinischen Alltag heute meist der Fall ist, kann man das Bruchrisiko für Patienten im Mittel relativ gut vorhersagen. Im Einzelfall können die Resultate jedoch stark davon abweichen, und das effektive Frakturrisiko könnte falsch eingeschätzt werden,» erklärt Schwiedrzik. Um eine individuelle Prognose zu erstellen, verwenden die Forschenden Methoden, die eigentlich in der Werkstoffforschung zu Hause sind: Sie setzen kleinste Proben aus Knochenmaterial, die nur eine einzelne Lamelle enthalten, Zug- und Druckversuchen aus. Dabei untersuchen sie, wie das Material versagt und wie die gemessenen Eigenschaften mit der zugrunde liegenden Mikrostruktur zusammenhängen. Bei der Mikrostrukturanalyse werden die Raman-Spektroskopie sowie Transmissions-elektronenmikroskope.

Persönliche Diagnose

Spannend wird es, wenn es um die Frage geht, wie sich die entwickelten Methoden für klinische Studien verwenden lassen. Dazu läuft im Moment ein Projekt, an dem Forschende des Inselspitals Bern, der Universität Bern, der ETH Zürich und der Empa beteiligt sind. Untersucht wird Knochenmaterial von Patienten, denen ein Hüftimplantat einge-

setzt wurde. Ziel ist, Daten über mikromechanische Eigenschaften, Mikrostruktur, Zellaktivität und Stoffwechsel zu sammeln und diese mittels «Machine Learning» mit dem klinischen Befund und den Patientendaten zu korrelieren. Die so entstehende Datenbank soll es künftig erlauben, die Knochenqualität eines Patienten zu quantifizieren und mit in die Diagnose einzubeziehen.

Quelle:

www.empa.ch/web/s206/biomechanics-research

Hier steht eine Anzeige.