

Die Galea aponeurotica als fasziale Struktur

Gunther Barty

Die Schädeldachfaszie Galea aponeurotica, eine flächenhafte Sehne zwischen den Mm. occipitalis und frontalis, wird bei einigen therapeutischen Konzepten, z. B. der kraniosakralen Osteopathie, stimuliert. Um der praktischen Relevanz dieser Faszie gerecht werden zu können, ist das Wissen um die sensorische Innervation unerlässlich. Der folgende Artikel versteht sich als Diskussionsgrundlage, um die bisherige Literatur zu bewerten und erste neue Forschungen anzugehen.

Faszien werden als wichtigstes Sinnesorgan des menschlichen Körpers bezeichnet. Therapeuten können ihre propriozeptiven Leistungen u. a. als Gewebeentspannung (Release) erspüren. Neuere Erkenntnisse gibt es über ihre zelluläre Kontraktilität. Diese hat eine Ähnlichkeit mit den Pulsationen, die bei der kraniosakralen Osteopathie gespürt werden. Dass hierbei auch mehrere bindegewebige Schichten berührt werden, z. B. die Galea aponeurotica, wird kaum erwähnt. Infolgedessen gibt es bislang kaum Kenntnisse über die sensorische Innervation dieser faszialen Struktur.

Faszien: praktische Bedeutung und wissenschaftliche Relevanz

Faszien, zu denen auch die Galea aponeurotica (► **Abb. 1**) gehört – die Galea (*lat. galea* = Helm, Haube), die als eine flächenhafte Sehne zwischen den Mm. occipitalis und frontalis liegt [7,41,45] – sind an allen wichtigen Körperfunktionen beteiligt [81,103]. Traditionell wurden sie beim Sezieren entfernt [6,37,105]. Diese Vorgehensweise lässt jedoch komplexe Zusammenhänge im menschlichen Körper außer Acht [106]. Eine rein topografische Betrachtung von Faszien liefert keinen aus-

reichenden Anhaltspunkt für ihre Wichtigkeit. Sie werden lose oder fest, hauchdünn oder einige Zentimeter dick gefunden [47,72,105,106]. Ihre direkte Wirkung ist schwer zu ermitteln [80]. Bei der Propriozeption wird das Faszien-system als wichtigstes Sinnesorgan betrachtet [70]. Möglicherweise erspüren Therapeuten die Reaktion der Gewebe u. a. als Entspannung (Release) [83], die eben über diese sensible Innervation erklärt werden könnte [72,106]. Hierüber gibt es neuere Studien und Erklärungsmodelle [72]. Das Verständnis zur faszialen Innervation kann jedoch noch als unvollständig bezeichnet werden [6].

Weitere offene Fragen bestehen zur Faszienanatomie und -physiologie, z. B. ihre Kommunikationsmöglichkeiten [93], Gedächtnisfunktionen [23,37,53], vegetativen Funktionen [67] und Kontraktilität [69]. Diese zelluläre Kontraktilität zeigt periodische An- und Abschwellungen, die eine Ähnlichkeit mit den *Long-Tide-Pulsationen* haben, die von W.G. Sutherland in der kraniosakralen Osteopathie am Schädel beschrieben wurden [71]. Die Schädeldachpalpation nach Sutherland [42], Techniken für die Ossa frontale und parietale sowie die Ohrzugtechnik nach J.E. Upledger [43] wirken jedoch nicht nur direkt auf das Kranium, sondern stimulieren zuerst 7 bindegewebige Schichten [12]. Ein Teil davon ist die Galea. Während die sensorische Innervation von faszialen Strukturen des Schulter- [13] und Kniegelenks in Studien beschrieben wird [28,86], besteht in anderen Bereichen der Faszieninnervation ein Mangel an qualitativ hochwertiger Literatur. Es werden zwar Nervenstrukturen erwähnt, allerdings in einem nicht einheitlichen Verteilungsmuster der Mechanorezeptoren [3]. Da auch die sensorische Innervation der Galea aponeurotica für verschiedene Therapiekonzepte wichtig werden kann, sind

Kenntnisse in diesem Themengebiet von großer Bedeutung.

Faszien und Aponeurosen

Bei dem Wort „fascia“ handelt es sich um einen ungenauen Fachausdruck [6]. Kein Bereich der Anatomie weist eine ähnliche Divergenz in der Terminologie auf, [75], zudem liegt für das Wort kein sinnvoller Transfer in die verschiedenen Sprachen vor [32,113]. Erschwerend kommt hinzu, dass die faszialen Strukturen je nach anatomischem, chirurgischem oder radiologischem Kontext unterschiedlich verwendet werden [1,20] und z. B. auch die gleiche Struktur unterschiedlich benannt wird [93]. Eine neue und einheitliche Nomenklatur wird gefordert [19]. Die Verwendung unterschiedlicher Terminologien bietet jedoch auch den Vorteil einer klaren und spezifischen Kommunikation innerhalb der medizinischen Berufsgruppen [75].

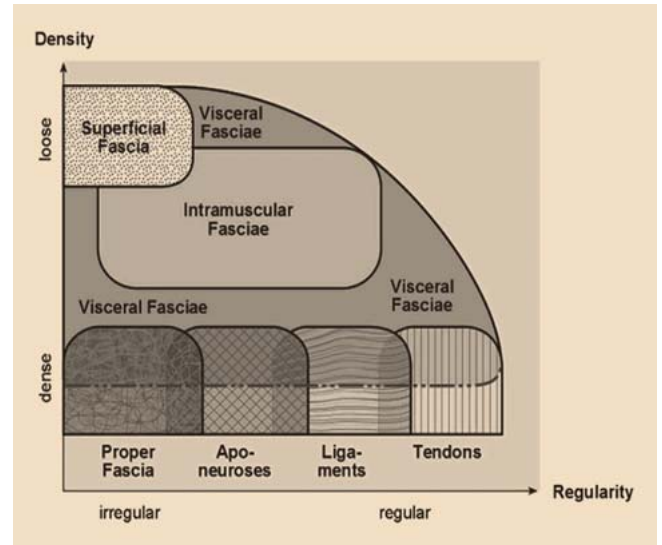
Definition

Faszien werden u. a. als Anhäufungen von Bindegewebe verstanden, die so groß sind, dass sie mit bloßem Auge zu erkennen sind [105]. Eine weiter gefasste neue Definition für die biomechanischen Relationen versteht „fascia“ als den Anteil an Weichteilgewebe im Bindegewebe des menschlichen Körpers [92]. Während **Faszien** im eigentlichen Sinne eher eine **mehrdirektionale Faserausrichtung** aufweisen (proper fascia), zählen **Aponeurosen** zu den primär unidirektional ausgerichteten flächigen Bindegewebe [103]. Eine mögliche Zusammenführung in ein gesamtheitliches Konzept zeigt folgende Abbildung (► **Abb. 2**):

Allgemein bestehen Bindegewebe aus Fibroblasten und extrazellulären Bestandteilen (Matrix). Beide Bestandteile bedin-



► **Abb. 1** Galea aponeurotica mit ihren Muskeln. Quellenangaben: Eisler P. Die Muskeln des Stammes. Von Bardeleben K. Handbuch der Anatomie des Menschen. Zweite Abteilung, erster Teil. Jena: Gustav Fischer; 1912.



► **Abb. 2** Mögliche Einteilung von faszialen Strukturen [75]. Quellenangaben: Schleip R., Jäger H., Klingler W. What is "fascia"? A review of different nomenclatures. Journal of Bodywork & Movement Therapies 2012; 16: 496–502.

gen sich gegenseitig: Zellen produzieren Matrix, werden aber auch über die extrazellulären Bestandteile ernährt [15]. Stimuliert werden Fibroblasten durch biomechanische und biochemische Impulse. Ihre Reaktion darauf besteht u.a. darin, dass sie kollagene und elastische Fasern produzieren. Die mechanische Qualität der Bindegewebe wird somit durch die Quantität, Anordnung und Zusammensetzung der elastischen und kollagenen Fasern bestimmt. Diese ist wiederum abhängig von der Art und Größe der mechanischen Beanspruchung [59].

Material und Eigenschaften

Bei einer **Aponeurose** handelt es sich um eine flächenhafte Sehne oder auch Membran von sehnenartigem Gefüge [55]. Sie dient dem Muskel als akzessorischer Ursprung oder Insertion [16]. Die Matrix der Aponeurosen besteht vorwiegend aus parallel verlaufenden **zugstabilen Eiweißketten (Kollagen)** [60]. Mehrdirektionales Faszienewebe finden wir u.a. als Perimysium oder Gelenkkapsel [15,99].

Die Materialeigenschaften der **Faszien** entwickeln sich sehr individuell [53,80]. Sie reagieren bei Überlastungssituationen mit strukturellen Veränderungen [23,42]. Unerwünscht sind in diesem Kontext Verklebungen (**crosslinks**), denn sie verursachen ein verändertes Spannungsverhalten [99]. Die Steifigkeit von Faszien kann auch

bei wiederholten Dehnungen ansteigen [116]: Ihr viskoelastisches Verhalten reicht hier von der **Matrixbelastung (taking out the slack)** bis hin zur plastischen **Verformung (creep)** und **Traumatisierung** [15,99].

Galea aponeurotica

Die Galea aponeurotica verbindet als flächenartige Sehne die **Mm. frontalis, occipitalis** und **temporoparietalis** miteinander [41,58]. Sie hat nur dort aponeurotischen Charakter, wo sie von den in sie einstrahlenden Muskeln auf Zug beansprucht wird. Außerhalb dieses Bereichs ist sie als Fascia subcutanea zu betrachten [18]. Die Galea ist somit eine unvollständige Bindegewebsplatte, die nur dort im Schädelbereich anzutreffen ist, wo es muskelfreie Abschnitte gibt [41].

Topografische Aspekte

Die Galea ist eine kräftige, sehnige Hülle und gewöhnlich 1–2 mm dick. Nach lateral hin wird sie dünner und setzt sich dort in der Fascia temporalis fort [25,35,82]. Die verschiedenen sehnigen Anteile der Galea verlaufen geflechtartig und überschreiten die Medianebene [41]. Sie werden durch die antagonistisch wirkenden Muskeln und das Schädelwachstum stark beeinflusst. **Galea, Cutis** und **Subcutis** werden

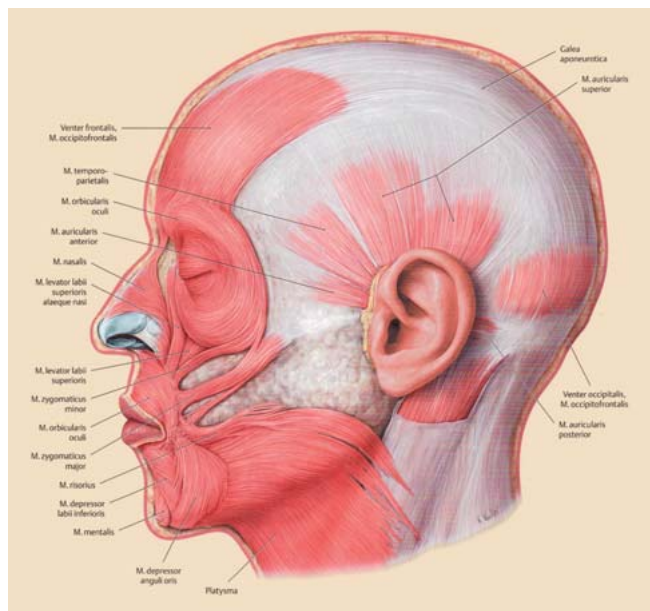
gemeinsam auch als **Kopfschwarte (Scalp)** bezeichnet. Diese kann aktiv und passiv sehr leicht gegenüber dem Periost verschoben werden [18].

Die Galea ist folgendermaßen eingebettet:

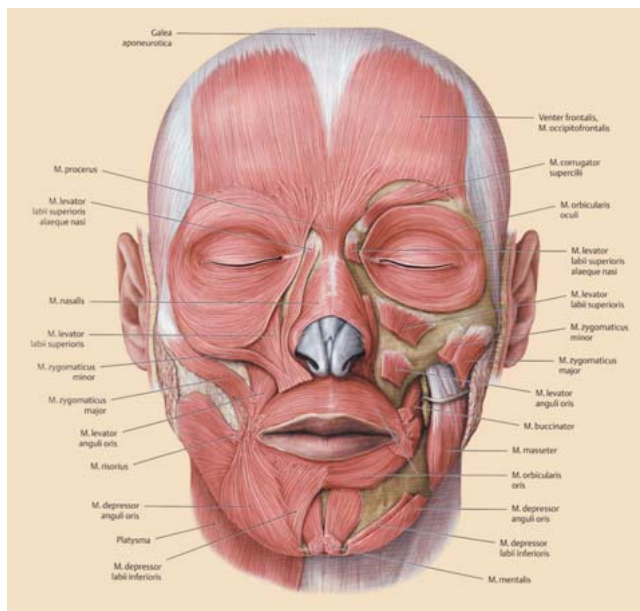
- **S** Skin
- **C** Connective Tissue (*loose*)
- **A** Aponeurosis
- **L** Loose subaponeurotic areolar connective tissue
- **P** Periosteum [12]

Die Galea wird durch folgende Muskeln beeinflusst (► **Abb. 3**):

- Die **Mm. frontalis** und **occipitalis** werden als einheitlicher M. occipitofrontalis gesehen.
- Der **Venter frontalis** hat seinen bindegewebigen Ansatz an der Haut der Augenbrauen, der Glabella und dem M. procerus [8,109]. Seine Fasern durchflechten sich hier mit den Mm. orbicularis oculi, corrugator supercilii, depressor supercilii und procerus [61,107]. In Höhe der Tuber frontalia geht er in die Galea über [58,87]. Im Bereich der Stirnfalten ist die Lederhaut durch starke Retinacula mit dem Venter frontalis verwoben [41].
- Der **Venter occipitalis** hat seinen Ursprung an der Linea nuchae suprema des Os occipitale bis zum Procc. mastoideus [7]. Seine Ansätze an der Galea



► **Abb. 3** Mimische Muskulatur [78]. Quellenangaben: Schünke M. et al. Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Kopf und Neuroanatomie. Stuttgart: Thieme; 2006: 45.



► **Abb. 4** Kopfmuskulatur [107]. Quellenangaben: Schünke M. et al. Prometheus. LernAtlas der Anatomie. Kopf und Neuroanatomie. Stuttgart: Thieme; 2006: 44.

enden plötzlich und mit unregelmäßigem Rand in den Geweben [41, 57].

Direkte Wirkung auf die Galea haben auch die Mm. auricularis anterior und superior [58, 109]. Der M. auricularis posterior hat keinen Ansatz an der Galea [58, 87, 107].

Zwischen den Mm. frontalis und auricularis superior liegt der M. temporoparietalis. Seine dünne Muskelplatte wird von den Ästen der A. temporalis superficialis in den Pars temporalis, triangularis und parietalis geteilt [7, 58, 109]. Als Variation im Pars temporalis existiert auch ein M. temporofrontalis [109].

Embryologische Aspekte

Mimische Muskeln sind mit der Haut verwachsen [8]. Ihr Perimysium ist die Abgrenzung zur Subcutis [61] (Hinweis von Dr. Schleip: Gemeint ist wahrscheinlich das Epimysium). Sie entstammen u. a. dem zweiten Kiemen- oder auch Schlundbogen [48, 65]. Ihre Myoblasten wandern mit ihrem N. facialis vom Hals aufwärts und bilden die Gesichtsmuskulatur [49]. Während des folgenden Schädelwachstums unterliegen z. B. die Mm. frontalis und auricularis superior starken Veränderungen, sodass ihre ursprüngliche Verbindung unterbrochen wird und dadurch der M. temporoparietalis entsteht (► **Abb. 4**) [7].

Faszien entstammen dem **Mesoderm** [105]. Hier entsteht ein undifferenziertes

embryonales Gewebe (*Mesenchym*) [50], aus dem wiederum u. a. die **Stammzellen der Fibroblasten** entstehen [85]. Ausnahmen gibt es beim Bindegewebe im Kopfbereich, das aus der Neuralleiste entsteht [64].

Funktionelle Anatomie

Die mimische Muskulatur entspringt dem Periost der Schädelknochen und strahlt direkt in die Haut ein. Wie beschrieben benötigt sie daher keine eigene Faszie, die sonst eine Verschiebbarkeit gewährleistet. Vielmehr sollen bei einer Kontraktion Falten und Furchen in der Haut entstehen (Mimik) [7, 100].

Die **Hauptfaserzüge** der Galea liegen zwischen den Mm. occipitalis und frontalis (*M. epicranius*). Der Zug dieser Muskeln ist sehr stark, sodass quer verlaufende Verletzungen der Kopfschwarte aufklaffen [108]. Die Galea gleitet mit ihrer lockeren Bindegewebschicht (*subaponeurotisches Gleitlager*) auf dem Pericranium [8]. Das subaponeurotische Gleitlager besteht wiederum aus drei Schichten, von denen die mittlere als Faszie bezeichnet werden kann. Sie hat ihre Befestigung am M. occipitofrontalis und an der Fascia temporalis [12]. Der Verschiebespalt zum Schädel verläuft vom Oberrand der Orbitae nach posterior zur Protuberantia occipitalis externa und nach lateral zu den Arcus zygomaticus [61].

Die Galea ist reich an **elastischen Fasern**. Diesen Fasernetzen wird eine Rückstellwirkung nach Kontraktion zugesprochen, die fast immer zeitgleich synergistisch alle Muskeln der Galea erfasst [39].

- Der **M. frontalis** zieht die Augenbrauen hoch und legt die Stirn in quere Falten [61, 87]. Er kann die Funktion des M. levator palpebrae teilweise ersetzen [61]. Antagonistisch wirken die Mm. procerus, corrugator supercilii und orbicularis oculi [7]. Bei alleiniger Aktivität des M. frontalis wird die Galea als *Punctum fixum* beschrieben [61]. Durch die innige Verbindung zum M. orbicularis oculi wird die Funktion der Galea als Zwischensehne auch angezweifelt [17]. Dagegen finden die fasziellen Eigenschaften Erwähnung [18].
- Der **M. occipitalis** zieht die Galea nach hinten [87]. Er glättet so die gerunzelte Stirn und stabilisiert den M. frontalis [7, 61]. Der M. temporoparietalis zieht die Galea zur Seite hin [61, 100].
- Der **M. auricularis** anterior zieht das Ohr nach vorne und oben, der M. auricularis superior nur nach oben und der M. auricularis posterior nach hinten und oben [87].
- Die **Galea** hat biomechanische Verbindungen zur Haut und Dura mater sowie über die Fascia temporalis und masseterica zur Fascia cervicalis superficialis [52].

Tab. 1 Rezeptortypen und Nervenfasern in Faszien.

Rezeptor	Nervenfaser	Reizung durch:	Wirkung
Golgi-Rezeptoren	I b	Dehnung (langsam)	Muskeltonus ↓
Vater-Pacini-(forme) Endkörper	II	Vibration, Druckänderung	Propriozeption ↑
Ruffini-Körper	II	Scherbewegung (konstant)	Sympathikus ↓
Freie Nervenendigungen	III & IV	mechanische Reize	Vasodilatation ↑

Die starke Verschiebbarkeit der Galea wird durch ihre Anheftung an den Schädelknochen im Nackenbereich gebremst. Ohne diese Fixierung würden bei einer Flexion des Kopfes die Augenbrauen in die Höhe gezogen werden. Im Halsbereich hat das Platysma die gleiche bremsende Funktion [7].

Einführung in die fasziale Innervation

Somatosensorische Nervenendigungen geben propriozeptive Informationen [108]. Der adäquate Reiz für diese Rezeptoren ist mechanisch [9]. Prinzipiell haben alle Nervenendigungen den gleichen Aufbau, und durch Variationen im strukturellen Aufbau entsteht ihre Spezialisierung [9].

Spezialisierung der Nervenfasern

Die Spezialisierung erfolgt durch eine den Nerv umhüllende Hilfsstruktur, die den Reiz verändert, bevor an der Membran des Nervs die eigentliche Reizumsetzung erfolgt. Hilfsstrukturen sind Muskelspindeln, Golgi-Endorgane (in Ligamenten), Golgi-Sehnenorgane, Ruffini-Körper und Vater-Pacini-Körper [24,51,67,110]. Bei den freien Nervenendigungen zeigen die peripheren Fortsätze der Nerven keine erkennbare Spezialisierung oder auch Hilfsstrukturen. Sie funktionieren multimodal als Mechano-, Thermo-, Chemo- und/oder Nozizeptoren [24] und haben direkten Kontakt zur interstitiellen Flüssigkeit und zu den kollagenen Faserbündeln [9]. Das periphere Nervensystem trägt dem zentralen sensible Informationen zu [101]. Diese aufsteigenden Informationen (Afferenzen) scheinen für den menschlichen Körper sehr wichtig zu sein, überwiegen sie doch im Verhältnis 3 : 1 zu den absteigenden Informationen (Efferenzen) [67, 114]. Die Nomenklatur ist bei den afferenten Nervenfasern nicht einheitlich [9]. Es gibt die Klassifikation nach Lloyd/Hunt

und die Einteilung nach Erlanger/Gasser [76]. Bei beiden Systemen wird u. a. die Unterscheidung nach ihrer Leitgeschwindigkeit vorgenommen [33, 44, 76].

Fasziale Rezeptoren und Nervenfasern

Für das Faszien-system kommen folgende Rezeptortypen und Nervenfasern (► Tab. 1) infrage [72, 114].

- Nur 10% der **Golgi-Rezeptoren** werden in Sehnen gefunden. Die verbleibenden 90% sind in anderen faszialen Strukturen wie Aponeurosen lokalisiert [27, 29, 56, 88–91, 94, 95, 98, 104, 112, 115]. Über ihre Funktion ist wenig bekannt [67].
- 20% der **sensorischen Nerven** sind die gut erforschten Nerven vom schnellen Typ I und II. Der Hauptteil der Sensorik geht jedoch über die langsamen Fasern vom Typ IV, die besser als interstitielle myofasziale Geweberezeptoren bezeichnet werden können. In Anwesenheit von Schmerz und Neuropeptiden können sie ihre Reizschwelle verändern [67].

Verteilungen, Häufigkeiten und sensible Leistungen der Rezeptoren im Faszien-system unterliegen starken regionalen Schwankungen [56, 94], die u. a. darauf zurückzuführen sind, ob eine perzeptive oder mechanische Funktion gefordert wird [89]. Dementsprechend sind bei den tiefen Faszien der Extremitäten die epimysialen Strukturen reichhaltig innerviert und die aponeurotischen Anteile eher spärlich mit Nervenfasern besetzt [90]. Weitere mögliche Auslöser für Variationen, z. B. Skoliose [63], Bandscheibenschädigungen [5] und chronische Rückenschmerzen [4], werden untersucht.

Beachte

Insgesamt betrachtet wird das fasziale Netzwerk mit seinen Mechanorezeptoren als das größte Sinnesorgan des Menschen beschrieben [50]. Die freien Nervenendigungen sind die am häufigsten vorkommenden Rezeptoren des Menschen [9].

Schädelregion: Innervation und Versorgung

Sensorisch wird der Schädel von posterior her über die Nn. occipitalis major und minor sowie vom dritten cervicalen Segment her **versorgt** [34]. Die Grenze zum N. trigeminus verläuft ungefähr auf Scheitelhöhe [45]. Dieser versorgt mit seinen verschiedenen Nervenästen den gesamten Rest der Schädelregion [41]. Die motorische Innervation der mimischen Muskeln findet über den N. facialis statt [58, 61, 87].

Die **arterielle Versorgung** der Kopfschwarte wird über die Aa. carotis externa und interna gewährleistet. Es gibt die Mittellinie überkreuzende Anastomosen. Jede große Arterie ist in der Galea verankert, penetriert diese, um die gut durchbluteten subkutanen Schichten und die Haut zu versorgen. Die subgaleotische Schicht ist weniger gut durchblutet. Ein geringer Anteil der Blutversorgung erfolgt über die den Knochen perforierenden meningealen Arterien [25].

Die **venöse Drainage** gewährleisten die Vv. jugularis interna und externa. Interessant scheinen die Vv. emissariae, die die Kopfschwarte und den Schädel durchbohren. Somit haben die Venen der Galea Verbindungen zu den Vv. diploe und dem superioren sagittalen und transversalen Sinus durae matris. Es handelt sich um ein klappenloses blutdruckregulierendes System [62, 79].

Das **Lymphsystem** des Scalps drainiert in die posterioren auricularen und occipitalen Lymphknoten. Die frontale temporale Region und der Bereich medial vom Ohr drainiert über die präauricularen und parotidealen Lymphknoten [25].

Zum Stand der wissenschaftlichen Forschung

Im Rahmen dieses Artikels wurde der derzeitige Forschungsstand im Bereich der sensorischen Innervation der Galea aponeurotica überprüft. Vorhandene Literatur wurde gesichtet und per Handsuche wurden weitere relevante Arbeiten ermittelt.

Die Literaturrecherche im **Internet** umfasste die Datenbanken *google scholar* und *medline/pubmed*. Der Suchbegriff *galea aponeurotica* ergab am 28.02.2013 folgende Anzahl von Einträgen: *medline/pubmed* (48), *google scholar* (1880). Keiner der gefundenen 1928 Einträge der Datenbanken und auch die Handsuche in der Literatur erwähnen die *sensorische Innervation* der *Galea aponeurotica*. Es kommt selten vor, dass zu einer anatomischen Fragestellung jegliche Information fehlt. Auch beim Keyword *Galea aponeurotica* zeigen die nur 48 Treffer in den Datenbanken *medline/pubmed* eine Wissenslücke an. Die vierzigfach höhere Anzahl von Einträgen bei *google scholar* erweitert den Wissensstand ebenfalls nicht. Dieser Mangel an anatomischem Wissen und Interesse verwundert, denn die Struktur der Galea aponeurotica ist häufig betroffen, so z.B. bei milden traumatischen Schädelverletzungen, die statistisch oft erfasst sind [21]. Topografisch betrachtet könnten vaskuläre Kopfschmerzen, die zu den häufigsten Arten von Kopfschmerzen [10] zählen, mitinduziert sein über die blutdruckregulierenden Vv. emissariae. Einmal in der Literatur erwähnt wird ein *Galea-Kopfschmerz* [11].

Die Handsuche in der **klassischen Literatur** zeigt zur Anatomie der Galea-Variationen auf: Der M. temporoparietalis wird z.B. als M. auricularis superior des M. epicranii [7,41], als variabler Teil des M. epicranii [8], als der hinterste Anteil des M. auricularis superior [54,78] oder auch gänzlich anders als M. auricularis frontalis bezeichnet [18].

Bedeutung der Faszien und der Galea aponeurotica

Therapeutisch ist die Galea wie jede andere Faszie interessant, denn **Dysfunktionen** können die freien Nervenendigungen im Gewebe zu einer Erhöhung des nozizeptiven peripheren Inputs veranlassen [38,96]. Auch dysfunktionale Reaktionen wie bei der Fibromyalgie werden disku-

tiert [4,46]. Davon ausgehend, dass Faszien Überlastungssituationen nicht von alleine beheben können und sich den gegebenen Situationen durch **Verklebung**, **Verkalkung** oder **Dehydrierung** anpassen [50,80,102], erlangen sie unbehandelt eine beträchtliche Bedeutung [2]. Durch die vegetative Innervation der Faszien sind Übertragungen auf das autonome Nervensystem nahe liegend [97,98,111]. Inadäquate Reaktionen der Myofibroblasten werden z.B. bei einem Morbus Dupuytren oder einer Frozen Shoulder beschrieben [73]. Verstärkte Wassereinlagerungen in der Matrix können die Gewebesteifigkeit verändern [74].

Störanfällig sind auch die **Perforationen in den Faszien**. Diese stimmen in 82% der Fälle mit den klassischen Akupunkturpunkten der traditionellen chinesischen Medizin überein [40,68,88]. Die Akupunktur könnte auch über das faszielle System wirken [22].

Bedeutung der nervalen Strukturen und Verschaltungen

Die aufgezählten therapeutischen Verfahren nutzen evtl. unerkannt das reflektorische Potenzial der Galea. Eine kraniosakrale Therapie ohne Stimulation der Galea ist undenkbar. Jeder Therapeut, der den Schädel berührt, sollte deshalb wissen, welche Strukturen sich unter seinen behandelnden Händen befinden und wie diese sein Spüren beeinflussen könnten.

Die **verschiedenen Rezeptortypen** im Faszien-system rufen bestimmte Reaktionen des Körper hervor. Auch die Intensität der therapeutischen Intervention ist wichtig, denn werden z.B. Mechanorezeptoren über ihr physiologisches Limit hinaus gedehnt, können sie als Nozizeptoren funktionieren [89] und eine Sensibilisierung des Nervensystems bewirken [29]. Nervale Strukturen in der Galea wurden bislang nicht direkt beschrieben, das reiche Netz an myelinisierten und unmyelinisierten Nervenfasern des Schädelperiosts wird jedoch scheinbar aus extrakranialen Nervenfasern der Galea gespeist [36]. Klar ist allerdings nicht, ob die Nerven auf den Faszien liegen oder diese innervieren [66].

Weitere **biomechanische Bezüge** der Galea zu den Augen, Ohren, zur Kaumuskelatur und Dura dürfen bedacht werden. Ebenso wichtig sind die **segmentalen nervalen Verschaltungen**, auch über die

Beachte

- Topografisch werden im Bereich der Galea aponeurotica **Akupunkturpunkte** verschiedener Funktionskreise beschrieben [26].
- Weitere Reflexpunkte sind die **myofaszialen Triggerpunkte** im Venter occipitalis, die als eine anerkannte Ursache für Kopfschmerzen gelten [84].
- Ebenfalls werden **neurovaskuläre Punkte** von Terrence J. Bennett [14] und **Tenderpoints** von Lawrence H. Jones am Schädel beschrieben [31].

Nn. occipitalis, trigeminus und facialis. Diese wichtigen anatomischen und physiologischen Relationen sowie das therapeutische Potenzial bleiben jedoch so lange verborgen, bis erste valide Informationen über eine sensorische Innervation der Galea aponeurotica verfügbar sind.

Zukünftige Forschung – Erwartungen und Ausblick

- Die sensorische Innervation der Galea aponeurotica sollte untersucht werden [77].
- Ihre Funktion wird über qualitativ hochwertige Interventionsstudien untersucht. Dafür werden menschliche Faszienpräparate aus möglichst homogenen Gruppen jeglichen Alters benötigt.
- Bedacht wird, dass sich das Faszien-system durch dessen funktionelle Belastung differenziert [30,88].
- Wie reagiert es auf Entzündung oder Ischämie im Gewebe [28]?

Die Literaturrecherche hat gezeigt, dass eine inhaltliche Reduktion der Kenntnisse über die Galea aponeurotica im Laufe der letzten hundert Jahre stattgefunden hat. Dies weist auf die Wichtigkeit des Einbezugs auch älterer Quellen hin.

Literatur

Die umfangreiche Literaturliste samt Quellenangaben kann beim Autor angefordert werden.

 Online

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0033-1360193>

Gunther Barty,
D. O., MSc. Ost.
Dorfstrasse 84
FL – 9498 Planken
(Fürstentum
Liechtenstein)

Gunther Barty hat seine Ausbildung an der Internationalen Akademie für Osteopathie (IAO) in Belgien absolviert und ist seit 2005 in eigener Praxis im Fürstentum Liechtenstein tätig. Als Dozent arbeitet er seit 2007 an der IAO.

E-Mail: barty.gunther@adon.li