Moderne Faszienmedizin: Zentrale Mechanismen und wissenschaftliche Evidenz

Zusammenfassung des Vortrags von Prof. Dr. Werner Klingler (Fascia Research Society – Nov.-2026). Aufbereitet für Therapeutinnen, Therapeuten, Patientinnen und Patienten von Dipl. Soz. Tilo Mörgen (Pohltherapeut®)

Zielgruppe: Therapie, Medizin & informierte Patientenschaft | **Quellenbelege:** 29 Fachpublikationen & Leitlinien | **Zitierstandard:** APA (7. Auflage)

Faszien sind weit mehr als passives „Verpackungsmaterial“: Anhand aktueller molekularbiologischer, biomechanischer und klinischer Befunde verdeutlicht **Prof. Dr. Werner Klingler**, wie Skelettmuskulatur, Bindegewebe, Nerven- und Immunsystem als untrennbare funktionelle Einheit zusammenwirken (Zügel et al., 2018; Schleip & Klingler, 2019). Die folgenden fünf Schwerpunkte übersetzen diese Forschung in eine klar verständliche Sprache für Aufklärung und Praxis und belegen jede Kernthese direkt mit der zugehörigen wissenschaftlichen Primär- und Leitlinienliteratur (Skelly et al., 2026).

1. Vom „Voodoo“-Vorwurf zum internationalen Leitlinien-Konsens

- **Historische Parallele zur Äthernarkose:** Aufbauend auf seinem Vortrag beim *Fascia Research Congress* in New Orleans und der Pionierarbeit am Standort Ulm (im engen wissenschaftlichen Austausch u. a. mit Carla Stecco, Sue Hitzmann und Thomas Myers) vergleicht Klingler die anfängliche Skepsis gegenüber der Faszienforschung mit der Geburtsstunde der modernen Anästhesie. Als nach Horace Wells (1845) schließlich William T. G. Morton am 16. Oktober 1846 in Boston (dem heutigen Weltanästhesietag) die erste erfolgreiche Äthernarkose öffentlich demonstrierte, taten führende Fachleute dies zunächst als „Humbug“ ab, bevor objektive klinische Berichte den Durchbruch brachten (Bigelow, 1846). Ganz ähnlich hat sich die Faszienmedizin über messbare biomechanische, histologische und neurophysiologische Mechanismen vom früheren „Voodoo“-Vorwurf emanzipiert (Stecco et al., 2019; Zügel et al., 2018).
- **Menorca-Konsens & multidisziplinäre Leitlinie zu akuten Rückenschmerzen:** Die Ergebnisse des internationalen Konsensus-Gipfels auf Menorca (unterstützt durch die *Fascia Research Society* mit Dr. Tina Wang und Prof. Marie Hanna von der Johns Hopkins University, Präsidentin der *American Academy of Pain Medicine*) spiegeln sich unmittelbar in der aktuellen multidisziplinären AAPM-Praxisleitlinie zur Behandlung akuter Rückenschmerzen wider (Skelly et al., 2026):
  - **Starker Konsens für Bewegungserhalt:** Unbedingte Aufrechterhaltung körperlicher Alltagsaktivität, gezieltes Screening auf ernsthafte Warnzeichen (*Red Flags*) ohne vorschnelle Routine-Bildgebung sowie klar strukturierte Eskalationspfade bei ausbleibender Besserung (Skelly et al., 2026).
  - **Individuelle Abwägung bei Radikulopathie:** Selbst bei Nervenwurzelreizungen bleibt die Entscheidung zwischen konservativer OP-Vermeidung und chirurgischer Intervention eine streng individuelle Einzelfallprüfung im Sinne einer gemeinsamen Entscheidungsfindung (*Shared Decision-Making*; Skelly et al., 2026).
  - **Schmerzvalidierung & Selbstwirksamkeit (*Empowerment*):** Da Schmerz ein rein subjektives Erleben und durch kein technisches Gerät objektiv messbar ist, verbieten sich Bagatellisierung („Da ist nichts“) ebenso wie vorschnelle Eingriffe. Entscheidend sind ernst nehmende Aufklärung, nicht-medikamentöse Erstlinienverfahren und konkrete aktive Strategien zur Stärkung der eigenen Handlungskompetenz (Skelly et al., 2026).

TRANSFER FÜR PRAXIS & ALLTAG

Für Therapeutinnen & Therapeuten: Vermeiden Sie nozebogene Sprache und Überdiagnostik; kombinieren Sie sauberes Red-Flag-Screening mit validierender Schmerzedukation und frühzeitiger, dosierter Aktivierung (Skelly et al., 2026).

Für Patientinnen & Patienten: Akuter Rückenschmerz bedeutet fast nie einen gefährlichen Strukturschaden – Bettruhe schadet meist, während angepasste Alltagsbewegung und Eigenübungen der wirksamste Weg zur Besserung sind (Skelly et al., 2026).

2. Myofasziale Einheit, Regionalanästhesie & biologische „Servosteuerung“

- **Kalzium-Zündfunke & fasziale Hüllarchitektur:** Unsere Skelettmuskulatur macht bei Erwachsenen rund 30 bis 50 kg (30–40 % des Körpergewichts) aus. Jede Kontraktion wird über die blitzschnelle Kalziumfreisetzung aus dem sarkoplasmatischen Retikulum durch den **Ryanodin-Rezeptor (RyR1)** ausgelöst – den größten bekannten Ionenkanal des Körpers mit extrem raschen phasischen Antworten auf elektrische Reize (Lanner et al., 2010). Ihre sichtbare Form (etwa beim *Sixpack*) und geordnete Kraftübertragung erhält die Muskulatur jedoch erst durch das umhüllende Netzwerk aus intra- und perimuskulären Faszien wie Endo-, Peri- und Epimysium (Schleip & Klingler, 2019; Stecco et al., 2019).
- **Ultraschallgestützte Faszienblöcke (*Fascial Plane Blocks*):** In der klinischen Anästhesie werden Lokalanästhetika per Ultraschall gezielt in fasziale Gleiträume und Nerventunnel injiziert, deren Ausbreitung u. a. in anatomischen Kadaverstudien präzise kartiert wurde (Chin et al., 2021). Dies reduziert den Bedarf an starken Opioiden, beschleunigt die Erholung und **verbessert die lokale Gewebedurchblutung**, weil die durch den chirurgischen Hautschnitt ausgelöste stressbedingte Gefäßverengung (*sympathische Vasokonstriktion*) gedämpft wird (Chin et al., 2021).
- **Mechanischer Hebelarm & Aktin-Myosin-Präzision:**
  - **Entlastung der Wirbelsäule:** Mechanische Last wird am Rücken nicht allein muskulär, sondern wesentlich über die hohe Zugfestigkeit und den deutlich günstigeren mechanischen **Hebelarm** der großen Faszienblätter (insbesondere der *Thorakolumbalfaszie*) abgetragen (Willard et al., 2012).
  - **Spezialisierte Myosin-Varianten:** Die *Myosin-ATPase* existiert im menschlichen Körper in einem breiten Spektrum hochspezialisierter Isoformen (rund 30 gewebespezifische Varianten im weiteren Myosin-Spektrum, z. B. extrem schnelle Fasern im Kehlkopf- und Stimmapparat gegenüber ausdauernden Beinmuskeln; Schiaffino & Reggiani, 2011).
  - **Biologische „Servolenkung“ (*Servosteuerung*):** Maximale Muskelkraft entsteht nur in einem engen Überlappungsfenster von Aktin und Myosin bei etwa 2,05 bis 2,20 µm Sarkomerlänge (*Sweet Spot*; Gordon et al., 1966). Intra- und perimuskuläre Faszien halten jede Muskelfaser auf Mikroebene in präziser Vorspannung – vergleichbar mit der **Servolenkung im Auto**, die uns gleichermaßen feinstes Klavierspielen und schweres Heben ermöglicht (Schleip & Klingler, 2019).

TRANSFER FÜR PRAXIS & ALLTAG

Für Therapeutinnen & Therapeuten: Betrachten Sie Kraftdefizite und Koordinationsstörungen immer myofaszial: Nur gleitfähige fasziale Hüllen sichern den optimalen Sarkomer-Arbeitsbereich und den günstigen Hebelarm an der Lendenwirbelsäule (Willard et al., 2012).

Für Patientinnen & Patienten: Muskeln sind der Motor, Faszien das Getriebe und die Servolenkung – geschmeidiges Bindegewebe sorgt dafür, dass sich Bewegungen leicht, präzise und rückenschonend anfühlen (Schleip & Klingler, 2019).

3. Thermodynamik: Warum Kälte und Sitzen die Last auf die Faszie verlagern

Der menschliche Körper besitzt keine einheitliche Temperatur: In Ruhe kühlen oberflächliche und periphere Gewebe um bis zu **10 °C** gegenüber dem Körperkern ab (z. B. 28 °C statt 38 °C). Skelettmuskulatur und Fasziengewebe reagieren auf diesen Temperaturabfall biophysikalisch exakt gegensätzlich (Klingler, 2012; Ranatunga, 2018):

Gewebekomponente	Reaktion auf Abkühlung & Ruhe (z. B. 28 °C)	Reaktion auf Erwärmung & Bewegung (ca. 38 °C)	Funktionelle Konsequenz
Skelettmuskel (*Myosin-ATPase*)	Deutlich verlangsamte, schwächere Kontraktionsantwort gemäß *Arrhenius-Kinetik* (ca. 10 % weniger Enzymaktivität pro °C; Ranatunga, 2018)	Temperaturinduzierte Enzymaktivierung, rascher Querbrückenzyklus und schnelle Kraftentwicklung (Ranatunga, 2018)	Übernimmt dynamische Halte- und Gelenkschutzarbeit erst auf voller „Betriebstemperatur“
Fasziengewebe (*Kollagen & Matrix*)	Zunahme der passiven Gewebespannung und viskoelastischen Zähigkeit (*Kältesteifigkeit*; Klingler, 2012)	Spannungsabnahme (*Relaxation*), verbesserte Schichten-Gleitfähigkeit und höhere Nachgiebigkeit (Klingler, 2012)	Passiver **Energiesparmechanismus**: Trägt beim kühlen, ruhigen Sitzen vermehrt die mechanische Haltearbeit
Zusammenspiel am Rücken	Lastverschiebung vom thermisch trägen Muskel auf das zunehmend steifere Bindegewebe (Klingler, 2012; Ranatunga, 2018)	Harmonische, dynamische Lastverteilung zwischen aktiver Muskulatur und elastischer Faszie (Schleip & Klingler, 2019)	Erklärt das Steifigkeitsgefühl und den typischen „Anlaufschmerz“ nach langem Sitzen im Kühlen

TRANSFER FÜR PRAXIS & ALLTAG

Für Therapeutinnen & Therapeuten: Nutzen Sie lokale Erwärmung und aktive Aufwärmsequenzen gezielt vor manuellen oder intensiven Trainingstechniken, um fasziale Viskoelastizität und muskuläre Enzymkinetik optimal vorzubereiten (Klingler, 2012; Ranatunga, 2018).

Für Patientinnen & Patienten: Langes, kühles Sitzen schaltet den Rücken in einen steifen „Sparmodus“ – halten Sie die Lendenregion warm und unterbrechen Sie Sitzphasen regelmäßig durch kurze, schwungvolle Bewegungspausen.

4. Alterung, Genetik, Kollagen-Chiralität & Pathophysiologie

- **Unterschiedliche Umbauzeiten & gesundes Altern:** Während Muskelproteine mit einer Syntheserate von 1 bis 2 % pro Tag innerhalb von rund zwei bis drei Monaten nahezu vollständig erneuert werden (Smeets et al., 2019), ist das tragende Kollagengerüst straffer Faszien und Sehnen extrem langlebig und zeigt in Radiokarbon-Studien (^{14}C-Methode) über Jahrzehnte kaum Austausch (Heinemeier et al., 2013). Da im Alter bei Bewegungsmangel Exzitations-Kontraktions-Kopplungen, motorische Endplatten und Muskelfasern verloren gehen, müssen **Muskel, Faszie und die in Faszienhüllen gleitenden Nerven als gemeinsame Trias** trainiert und vor Verfettung bzw. Vernarbung (*Fibrose*) geschützt werden (Zügel et al., 2018).
- **Genetische Kompensation & Kollagen-Chiralität:** Große Exom-Analysen an 60.706 Personen zeigen, dass gesunde Erwachsene durchschnittlich rund **54 potenziell pathogene Genmutationen** tragen, die dank biochemischer Kompensationswege klinisch stumm bleiben (Lek et al., 2016). Die kodierenden Baupläne des Kollagens sind dagegen evolutionär hochkonserviert: Entscheidend für die räumliche Molekül-

Händigkeit (*Chiralität*) ist die achirale Aminosäure **Glycin** an jeder dritten Position, die gemeinsam mit Prolin und Hydroxyprolin erst die zugfeste, rechtsgängige **Kollagen-Tripelhelix** ermöglicht (Shoulders & Raines, 2009).

- **Duchenne-Muskeldystrophie (DMD) als Fibrose-Modell:** MRT-Verlaufsbilder (u. a. im Vergleich 10- vs. 14-jähriger Patienten) zeigen den fortschreitenden Ersatz von Muskel- durch Binde- und Fettgewebe, weshalb Guillaume Duchenne das Krankheitsbild ursprünglich als Bindegewebsleiden beschrieb (Klingler et al., 2012). Fehlendes *Dystrophin* zerstört die Membranverankerung → massiver Natrium- und Kalziumeinstrom → Zellödem, Entzündung und Zelluntergang → starke **TGF-β1**-Ausschüttung → Aktivierung kontraktiler *Myofibroblasten* (mit α-Smooth-Muscle-Actin) und fortschreitende **Fibrose**. Neben medikamentösen Standards können sanfte faszienorientierte Ansätze helfen, die Alltags- und Gehfähigkeit funktionell zu unterstützen (Klingler et al., 2012; Schleip & Klingler, 2019).
- **Onkologie & Faszien-Mikromilieu:** Gewebeverhärtungen und Mikrokalzifikationen (etwa in der Mammographie als Folge intrazellulärer Kalziumüberladung absterbender Zellen) liefern oft früheste diagnostische Hinweise, während eine versteifte, schlecht durchblutete Matrix chronische Entzündung und Tumorwachstum begünstigt (Pickup et al., 2014). Umgekehrt verbessert ein elastisches, gleitfähiges Fasziengewebe die Sauerstoffversorgung und **Immunzellinfiltration**: Im präklinischen Brustkrebsmodell senkte bereits tägliches sanftes Faszien-Dehnen (10 Min./Tag über vier Wochen) das Tumorwachstum um **52 %**, steigerte entzündungsauflösende *Resolvine* und aktivierte zytotoxische T-Abwehrzellen (Berrueta et al., 2018).

> **TRANSFER FÜR PRAXIS & ALLTAG**
>
> **Für Therapeutinnen & Therapeuten:** Kombinieren Sie im Alters-, Reha- und Onkologie-Setting kräftigende Reize mit mehrdirektionalen, sanften Gleit- und Dehnimpulsen zur Fibroseprävention und Verbesserung der Gewebeperfusion (Berrueta et al., 2018; Zügel et al., 2018).
>
> **Für Patientinnen & Patienten:** Ihr Kollagennetz begleitet Sie über Jahrzehnte: Regelmäßige, abwechslungsreiche Bewegung hält das Bindegewebe elastisch, schützt vor Verklebungen und unterstützt sogar die lokale Immunabwehr.

5. Sensorik, zentrale Schmerzmodulation & Neurotransmitter-Balance

- **Sinnesorgan Faszie & systemische Schmerzhemmung:** Mit rund **250 Millionen Nervenendigungen** und feinen Haut- und Faszienerven, die Faszienschichten häufig in einem charakteristischen Winkel (ca. 70°) durchtreten, bildet das Fasziennetz unser größtes Sinnesorgan (Fede et al., 2022; Stecco et al., 2019). Eine aktuelle Ultraschall- und Algometriestudie von Claire Game, Werner Klingler und Kollegen belegt bei aktiven Läuferinnen und Läufern gegenüber Nicht-Laufenden systematisch um **24 % höhere Druckschmerzschwellen** an der Fußsohle unter Einbezug von Referenzmessungen an der Hand/am Daumen sowie geringere Angstwerte – wiederkehrender faszialer Mechanorezeptor-Input trainiert somit die **zentralnervöse Schmerzhemmung** (Game et al., 2025). Akut nutzt Klingler zudem das *Gate-Control-Prinzip* (Melzack & Wall, 1965): Hochfrequente Vibration kombiniert mit Kälte (*Buzzy®* nach Amy Baxter) ermöglicht bei Kindern schmerzfreie Punktionen (Baxter et al., 2011).
- **Neurotransmitter-Spiegelbild, Langzeit-Neuroinflammation & Elektrolyte:**
  - **Zentrale Botenstoffe im Gewebe:** Dopaminmangel bei *Morbus Parkinson* äußert sich objektiv in erhöhter passiver Muskelbauch- und Sehnensteifigkeit (Marusiak et al., 2011). Ebenso zeigen Menschen mit *Major Depression* (*Serotonin-/Belohnungssystem*) eine signifikant erhöhte myofasziale Steifigkeit und geringere Elastizität, während sanfte myofasziale Eigenlösung Stimmung und Gedächtnisbias messbar verbessert (Michalak et al., 2022).

  - **Langzeitfolgen nach Neurotrauma & Elektrolytbalance:** Eine schwedische 41-Jahres-Bevölkerungsstudie mit Geschwistervergleich belegt selbst Jahrzehnte nach einem Schädel-Hirn-Trauma ein rund **dreifach erhöhtes Risiko vorzeitiger Sterblichkeit**, u. a. diskutiert vor dem Hintergrund persistierender niedriggradiger Neuroinflammation (Fazel et al., 2014). Zudem hängen gesunde neuronale Aktionspotenziale unmittelbar von ausreichender Hydratation und dem Elektrolythaushalt an spannungsabhängigen Ionenkanälen ab (z. B. Natrium vs. Lithium).

- **Acetylcholin-Zentrale & unmittelbare vagale Faszienreflexe:** Der Botenstoff **Acetylcholin** vernetzt Kognition, Stoffwechsel und vegetatives Nervensystem; eine längerfristige Einnahme stark **anticholinerger Medikamente** (darunter manche Schmerz-, Blasen- und Kreislaufpräparate) ist bei Älteren mit einem um **49 % erhöhten Demenzrisiko** assoziiert (Coupland et al., 2019). Wie direkt Faszieninnervation und Ruhenerv (*Vagus*) verschaltet sind, zeigt der OP-Alltag: Mechanischer Zug am großen Bauchnetz (*Omentum majus*) oder an den Augenmuskelfaszien (*okulokardialer Reflex*) löst binnen Sekunden einen Pulsabfall (*Bradykardie*) bis zum reversiblen Herzstillstand aus, der sofort nach Freigabe der Faszie wieder aufhört (Arnold, 2021).
- **Faszikulationen & sanfte Impulse als vegetativer „Reset“:** Sowohl beim normalen Einschlafen als auch bei der Narkoseeinleitung treten durch vorübergehende kortikale Enthemmung feine lokale Muskelzuckungen (*Myoklonien/Faszikulationen*) auf, die Klingler als selbstregulierenden vegetativen Reset zur Neurotransmitter-Rebalancierung deutet. Analog dazu bewirken sanfte fasziale Lösungstechniken (wie in der Tiermedizin u. a. von Liza Kimble beschrieben) sowie Wärme- und Lichtreize eine messbare Beruhigung des autonomen Nervensystems – objektiviert mittels Pupillometrie über eine signifikante Steigerung der **Parasympathikus-Aktivität** (Wild et al., 2023).

TRANSFER FÜR PRAXIS & ALLTAG

Für Therapeutinnen & Therapeuten: Nutzen Sie langsame, achtsame Faszientechniken, Vibrationsreize, Wärme und aerobe Lauf-/Gehimpulse gezielt zur Aktivierung absteigender Schmerzhemmbahnen und zur vagalen Tonusregulation (Game et al., 2025; Wild et al., 2023).

Für Patientinnen & Patienten: Faszien sind direkt mit Ihrem Schmerz- und Ruhenerv verbunden: Ausdauerbewegung, Flüssigkeit, Wärme und sanfte Gewebeentspannung beruhigen das Nervensystem spürbar im ganzen Körper (Game et al., 2025; Michalak et al., 2022).

6. Kompaktübersicht: Mechanismen, Schlüsselevidenz & Praxisnutzen

Themenfeld	Zentraler Mechanismus	Wichtige Belege (APA)	Konkrete Konsequenz für Therapie & Alltag
1. Leitlinien & Konsens	Subjektive Schmerznatur, Aktivitätserhalt & *Shared Decision-Making*	Bigelow (1846); Skelly et al. (2026); Zügel et al. (2018)	Bewegung statt Bettruhe, Red-Flag-Check, Validierung & Stärkung der Selbstwirksamkeit
2. Myofasziale Einheit	RyR1-Kalziumsteuerung, Faszien-Hebelarm & Sarkomer-*Servosteuerung*	Chin et al. (2021); Gordon et al. (1966); Willard et al. (2012)	Gleitfähigkeit der Faszienhüllen pflegen, um Kraftübertragung und Durchblutung zu optimieren
3. Thermodynamik	Muskel-Trägheit (*Arrhenius*) vs. fasziale *Kältesteifigkeit* in Ruhe	Klingler (2012); Ranatunga (2018); Schleip & Klingler (2019)	Rücken vor Auskühlung schützen; langes Sitzen durch kurze, wärmende Bewegungspausen brechen

Themenfeld	Zentraler Mechanismus	Wichtige Belege (APA)	Konkrete Konsequenz für Therapie & Alltag
4. Altern, Genetik & Matrix	Langlebige Kollagen-Tripelhelix, TGF-β1-Fibrose & Immun-Mikromilieu	Berrueta et al. (2018); Heinemeier et al. (2013); Klingler et al. (2012)	Lebenslanges Training der Trias *Muskel–Faszie–Nerv*; sanftes Dehnen gegen Fibrose & Entzündung
5. Sensorik & Vagusnerv	Zentrale Schmerzhemmung, Neurotransmitter-Abbild & vagale Reflexe	Coupland et al. (2019); Game et al. (2025); Michalak et al. (2022)	Rhythmische Bewegung, Vibration, Wärme & sanfte Fasziengriffe zur Schmerz- und Stressdämpfung

7. Literaturverzeichnis (APA-Stil, 7. Auflage)

Arnold, R. W. (2021). The oculocardiac reflex: A review. *Clinical Ophthalmology*, *15*, 2693–2725. https://doi.org/10.2147/OPTH.S317447

Baxter, A. L., Cohen, L. L., McElvery, H. L., Lawson, M. L., & von Baeyer, C. L. (2011). An integration of vibration and cold relieves venipuncture pain in a pediatric emergency department. *Pediatric Emergency Care*, *27*(12), 1151–1156.

Berrueta, L., Bergholz, J., Munoz, D., Muskaj, I., Badger, G. J., Shukla, A., Kim, H. J., Zhao, J. J., & Langevin, H. M. (2018). Stretching reduces tumor growth in a mouse breast cancer model. *Scientific Reports*, *8*(1), Artikel 7864.

Bigelow, H. J. (1846). Insensibility during surgical operations produced by inhalation. *The Boston Medical and Surgical Journal*, *35*(16), 309–317.

Chin, K. J., Lirk, P., Hollmann, M. W., & Schwarz, S. K. W. (2021). Mechanisms of action of fascial plane blocks: A narrative review. *Regional Anesthesia & Pain Medicine*, *46*(7), 618–628. https://doi.org/10.1136/rapm-2020-102305

Coupland, C. A. C., Hill, T., Dening, T., Morriss, R., Moore, M., & Hippisley-Cox, J. (2019). Anticholinergic drug exposure and the risk of dementia: A nested case-control study. *JAMA Internal Medicine*, *179*(8), 1084–1093.

Fazel, S., Wolf, A., Pillas, D., Lichtenstein, P., & Långström, N. (2014). Suicide, fatal injuries, and other causes of premature mortality in patients with traumatic brain injury: A 41-year Swedish population study. *JAMA Psychiatry*, *71*(3), 326–333.

Fede, C., Petrelli, L., Pirri, C., Neuhuber, W., Tiengo, C., Biz, C., De Caro, R., Schleip, R., & Stecco, C. (2022). Innervation of human superficial fascia. *Frontiers in Neuroanatomy*, *16*, Artikel 981426. https://doi.org/10.3389/fnana.2022.981426

Game, C., Walsh, T., Stevenson, N., Klingler, W., & Wearing, S. C. (2025). Pressure-pain thresholds of the plantar foot reflect relative tissue thickness and are systematically higher in active runners than non-runners. *Frontiers in Physiology*, *16*, Artikel 1660803. https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1660803

Gordon, A. M., Huxley, A. F., & Julian, F. J. (1966). The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres. *The Journal of Physiology*, *184*(1), 170–192. https://doi.org/10.1113/jphysiol.1966.sp007909

Heinemeier, K. M., Schjerling, P., Heinemeier, J., Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2013). Lack of tissue renewal in human adult Achilles tendon is revealed by nuclear bomb ^{14}C. *The FASEB Journal*, *27*(5), 2074–2079. https://doi.org/10.1096/fj.12-225599

Klingler, W. (2012). Temperature effects on fascia. In R. Schleip, T. W. Findley, L. Chaitow, & P. A. Huijing (Hrsg.), *Fascia: The tensional network of the human body* (S. 421–424). Churchill Livingstone Elsevier.

Klingler, W., Jurkat-Rott, K., Lehmann-Horn, F., & Schleip, R. (2012). The role of fibrosis in Duchenne muscular dystrophy. *Acta Myologica*, *31*(3), 184–195.

Lanner, J. T., Georgiou, D. K., Joshi, A. D., & Hamilton, S. L. (2010). Ryanodine receptors: Structure, expression, molecular details, and function in calcium release. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, *2*(11), Artikel a003996. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a003996

Lek, M., Karczewski, K. J., Minikel, E. V., Samocha, K. E., Banks, E., Fennell, T., O'Donnell-Luria, A. H., Ware, J. S., Hill, A. J., Cummings, B. B., Tukiainen, T., Birnbaum, D. P., Kosmicki, J. A., Duncan, L. E., Estrada, K., Zhao, F., Zou, J., Pierce-Hoffman, E., Berghout, J., … MacArthur, D. G. (2016). Analysis of protein-coding genetic variation in 60,706 humans. *Nature*, *536*(7616), 285–291. https://doi.org/10.1038/nature19057

Marusiak, J., Jaskólska, A., Budrewicz, S., Koszewicz, M., & Jaskólski, A. (2011). Increased muscle belly and tendon stiffness in patients with Parkinson's disease, as measured by myotonometry. *Movement Disorders*, *26*(11), 2119–2122. https://doi.org/10.1002/mds.23841

Melzack, R., & Wall, P. D. (1965). Pain mechanisms: A new theory. *Science*, *150*(3699), 971–979. https://doi.org/10.1126/science.150.3699.971

Michalak, J., Aranmolate, L., Bonn, A., Grandin, K., Schleip, R., Schmiedtke, J., Quassowsky, S., & Teismann, T. (2022). Myofascial tissue and depression. *Cognitive Therapy and Research*, *46*(3), 560–572. https://doi.org/10.1007/s10608-021-10282-w

Pickup, M. W., Mouw, J. K., & Weaver, V. M. (2014). The extracellular matrix modulates the hallmarks of cancer. *EMBO Reports*, *15*(12), 1243–1253. https://doi.org/10.15252/embr.201439246

Ranatunga, K. W. (2018). Temperature effects on force and actin–myosin interaction in muscle: A look back on some experimental findings. *International Journal of Molecular Sciences*, *19*(5), Artikel 1538. https://doi.org/10.3390/ijms19051538

Schiaffino, S., & Reggiani, C. (2011). Fiber types in mammalian skeletal muscles. *Physiological Reviews*, *91*(4), 1447–1531. https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2010

Schleip, R., & Klingler, W. (2019). Active contractile properties of fascia. *Clinical Anatomy*, *32*(7), 891–895. https://doi.org/10.1002/ca.23391

Shoulders, M. D., & Raines, R. T. (2009). Collagen structure and stability. *Annual Review of Biochemistry*, *78*, 929–958. https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833

Skelly, A. C., Kansagara, D., Oswald, J., Chou, R., Acute Low Back Pain Guideline Project Guideline Development Group, & American Academy of Pain Medicine LBP Guideline Consultants. (2026). Assessment and treatment of acute low back pain: A multidisciplinary clinical practice guideline. *Pain Medicine*, Artikel pnag110. https://doi.org/10.1093/pm/pnag110

Smeets, J. S. J., Horstman, A. M. H., Vles, G. F., Emans, P. J., Goessens, J. P. B., Gijsen, A. P., van Kranenburg, J. M. X., & van Loon, L. J. C. (2019). Protein synthesis rates of muscle, tendon, ligament, cartilage, and bone tissue in vivo in humans. *PLOS ONE*, *14*(11), Artikel e0224745. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224745

Stecco, C., Pirri, C., Fede, C., Fan, C., Giordani, F., Stecco, L., Foti, C., & De Caro, R. (2019). Dermatome and fasciatome. *Clinical Anatomy*, *32*(7), 896–902. https://doi.org/10.1002/ca.23408

Wild, K. N., Skiba, S., Räsänen, S., & Richter, C. P. (2023). Pupillometry to show stress release during equine sports massage therapy. *Scientific Reports*, *13*(1), Artikel 20881. https://doi.org/10.1038/s41598-023-47590-y

Willard, F. H., Vleeming, A., Schuenke, M. D., Danneels, L., & Schleip, R. (2012). The thoracolumbar fascia: Anatomy, function and clinical considerations. *Journal of Anatomy*, *221*(6), 507–536. https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2012.01511.x

Zügel, M., Maganaris, C. N., Wilke, J., Jurkat-Rott, K., Klingler, W., Wearing, S. C., Findley, T., Barbe, M. F., Steinacker, J. M., Vleeming, A., Bloch, W., Schleip, R., & Hodges, P. W. (2018). Fascial tissue research in sports medicine: From molecules to tissue adaptation, injury and diagnostics: Consensus statement. *British Journal of Sports Medicine*, *52*(23), 1497. https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099308