

NICI MENDE

PRAKTISCHE FUNKTIONELLE ANATOMIE

KOMPETENZ IM GESUNDHEITSSPORT

riva

© des Titels »Praktische Funktionelle Anatomie« (ISBN 978-3-74231-960-3)
2021 by riva Verlag, Münchner Verlagsgruppe GmbH, München
Nähere Informationen unter: <http://www.m-vg.de>

AUF EIN WORT

Ich möchte ein paar Worte darauf verwenden, den Nutzen von anatomischen Kenntnissen im Trainingsbereich zu unterstreichen. Viele Trainer und Hobbysportler fragen sich, wozu es sich lohnen sollte, anatomische Grundkenntnisse zu erlernen oder diese aufzufrischen. Reicht es nicht, die Funktion eines Muskels zu kennen, die Gelenkbewegungen einfach zu probieren? Ich glaube, es reicht nicht. Schließlich gelingt es uns nur dann, zielführende Übungen anzuleiten oder sie auszuüben, wenn wir die funktionellen Zusammenhänge im Körper verstehen. Die Intensitätsgrade lassen sich mit kleinsten Veränderungen, oft fern der eigentlichen Gelenkbewegung, verändern. Wäre es nicht gut, das zu wissen? Wäre es nicht wichtig, bei auftretenden Funktionseinschränkungen eine gesundheitsförderliche Handlungs Idee verfolgen zu können? Ohne ein funktionelles anatomisches Grundwissen wird das schwierig, denn »Form follows function«, die Form folgt bekanntlich der Funktion. Dies gilt für alle anatomischen Strukturen, denn biologische Systeme sind dynamisch reaktive Systeme.

Funktionelle Anatomie kennen bedeutet, die Form und Beschaffenheit einer Funktion einordnen zu können. Wir werden unserer Körperfunktion somit nur dann gerecht, wenn wir alle Teamplayer im Organismus gut betreuen und eine wirksame Teambildung fördern. So kann man dieses Buch als effektive Fortbildung zur Teamleitung aller »Individualisten« im Körper sehen. Die Fakten und Grundkenntnisse zum Thema Bewegungssystem Mensch werden logisch und leicht nachvollziehbar erläutert. Fachwörter sind sämtlich direkt übersetzt, die Beschreibungen lebhaft. Ein guter Weg für einen schnellen Lernprozess gespickt mit vielen Alltagstipps und unzähligen Übungen, bestens geeignet für die sofortige Umsetzung.

Mein Fazit: Wer sich nur kurz die Frage stellt, was im Körper zu Bewegung und Wohlbefinden beiträgt, sollte sich dieser Lektüre widmen.



Ihr Ingo Froböse

»BESSERWISSEN«

Warum?

Wer nicht fragt, bleibt dumm. So ist es mir auch mal gegangen. Unter uns, meine erste Prüfung zum Thema Anatomie und Physiologie habe ich sprichwörtlich »in den Sand gesetzt«. Ich hatte wenig Interesse, spröde Fachbücher zu lesen, und kam mit den zahlreichen Fachbegriffen einfach nicht klar. Google war noch nicht geboren und ich beschäftigte mich lieber mit der praktischen Seite. SPORT! Die besagte Prüfung allerdings änderte einiges. Es ärgerte mich, dass ich Übungen anwies und nicht genau wusste, warum Intensitäten wechselten, wenn sich nur die Fußposition veränderte. So begann ich nachzuarbeiten, Muskeln und ihre Funktionen wie Vokabeln zu lernen. Fortan probierte ich sämtliche Wissenslücken zu schließen und setzte allen Input in Bewegung um. Und doch erschlossen sich einige Reaktionen des Körpers nicht gänzlich.

Viele wurden schlagartig klarer, als mir 2012 ein »Faszienbuch« in die Hände fiel. Faszien, ein so komplexes System! Vor allen Dingen, wenn man es in einen logischen Kontext mit Muskeln, Nerven und allen sonstigen Systemen des Körpers setzen möchte. Dieses körperliche Teamwork begeistert mich bis heute. Natürlich gibt es immer noch viele Wissenslücken, die ich schließen möchte, aber hier und jetzt darf ich Euch ein bisschen von dem vermitteln, was ich in den letzten knapp 30 Jahren gelernt habe.

Damit es Euch nicht so geht wie mir, gebe ich mir alle Mühe, einen spröden Schreibstil zu vermeiden. Ich möchte das Lesen oder Nachschlagen klar und nachvollziehbar gestalten, damit Ihr, hoffentlich hochmotiviert und interessiert, die Theorie in den praktischen Trainingsalltag umsetzen könnt.

Umsetzung

- In den Zeichnungen erscheinen bindegewebige Strukturen blau. Nicht dass Faszien blau erscheinen, nein, sie sind weißlich, nur in der bildlichen Darstellung ist es so viel deutlicher und besser nachzuvollziehen.
- Ihr werdet feststellen, dass bei weitem nicht alle Muskeln beschrieben sind. Ich widme mich den Strukturen, die im Training häufig gefordert werden, die in gängigen, alltäglichen Belastungen herausgefordert werden.

- Da sich häufig Funktionen oder auch Problematiken auf mehrere Regionen ausweiten, lohnt es sich, die Folgekapitel zu durchstöbern. Manchmal wird man fündig und bekommt dort Zusatzinfos zu einem vorangegangenen Thema.
- Wer sich nicht ständig mit den Fachbegriffen (Fachtermini) konfrontieren möchte, kann diese hier leicht »skippen«. Sie stehen in hellgrau eingeklammert, stören so den Lesefluss nicht zu sehr. Dafür wird die fachliche Bezeichnung stets direkt erklärt und prägt sich, »Tröpfchen für Tröpfchen«, automatisch ein.
- Euch werden unterschiedliche Schreibweisen begegnen, denn ich orientiere mich an der im Kontext genutzten Sprache. So schreibe ich Traktussehne (deutsche Schreibweise), aber auch Tractus iliotibialis (lateinische Schreibweise). Und Biceps Curl trifft auf Bizepsübung ...
- Die praktischen Übungsvorschläge sind zwar spezifischen Muskeln und Regionen zugeordnet, passen jedoch häufig auch zu anderen Kapiteln.
- Um einen angenehmen Lesefluss zu erhalten, wähle ich die maskuline Schreibweise.
- Versteht bitte, dass ich keinerlei Haftung für Inhalte und körperliche Reaktionen auf die empfohlenen Übungen übernehmen kann.
- Ich weise ausdrücklich darauf hin, dass die Beschreibungen sämtlicher Symptome oder körperlicher Einschränkungen niemals einer adäquaten medizinischen Diagnostik entbehren.
- Das Bildmaterial wurde analog gezeichnet und digital bearbeitet. Bei Bedarf können gegen eine Spende an die Organisation »Ärzte ohne Grenzen« Bilder zur Nutzung bereitgestellt werden. Von einer Nutzung ohne Spende bitte ich dringend abzusehen. Jede Spende hilft Menschen zu helfen!

*Anatomie ist die
wissenschaftliche
Möglichkeit, sich selbst
besser kennenzulernen.*

THEORETISCHES RÜSTZEUG

1. GRUNDLAGEN KOMPAKT

Teamwork im Bewegungssektor

Nix geht über Basiswissen, richtig? So möchte ich damit beginnen, die Teamkollegen unseres Körpers kurz, wirklich kurz vorzustellen.

Viele Systeme sorgen im Körper für die funktionelle Bewegung und ein gesundes Leben. Die Frage »Wer oder was ist wichtiger?« sollte erst gar nicht gestellt werden. Die Diskussion um das Thema der wichtigsten Systeme wie z. B. der nervalen Ansteuerung vs. Muskelarbeit vs. Faszienleitfähigkeit kann, denke ich, niemals zu einem Ergebnis kommen. Warum? Es geht im Körper immer um Teamwork. Schaut selbst ...

Passiver Bewegungsapparat

Der passive Bewegungsapparat setzt sich aus sämtlichen Knochen, seinen Gelenkflächen inklusive Knorpel, den Faserscheiben (Bandscheiben, Menisken) und den Bändern zusammen. Kurzum haben wir so alles, was uns ähnlich einer Marionette zusammenhält. Die verschiedenen Gelenkarten gewährleisten eine Bewegung entsprechend der Form von Gelenkkopf und Pfanne.

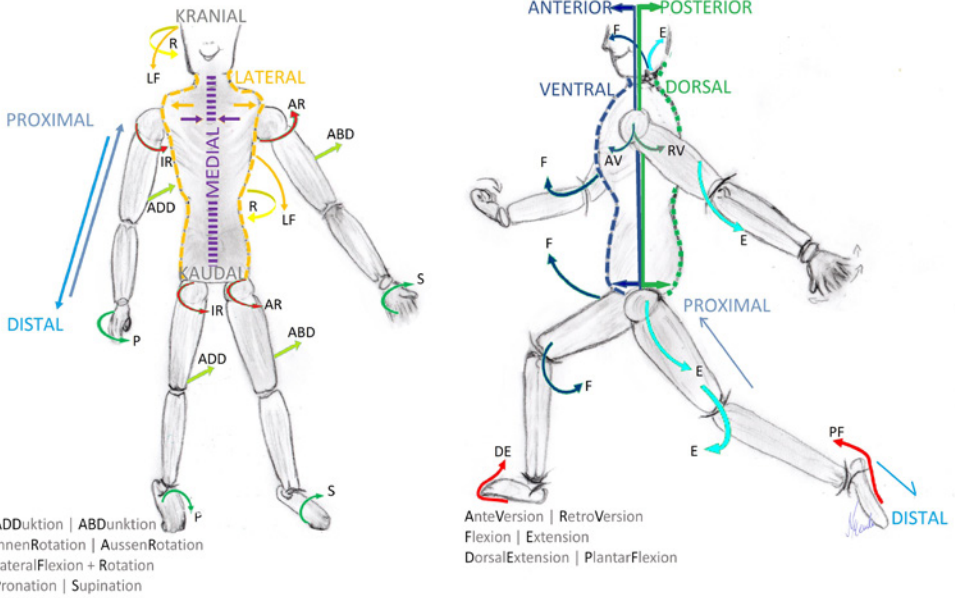
Abhängig von der muskulären Führung ergeben sich verschiedene Bewegungsmöglichkeiten. Diese wiederum unterliegen teilweise einer Kombination mehrerer Gelenke. So unterscheiden sich die Übungen in ein- oder mehrgelenkige Übungen. Die Muskulatur findet ihre Kategorisierung u.a. ebenfalls ein-, zwei-, mehrgelenkig. Eine sinnvolle Einteilung, denn die funktionelle Aufgabe hängt davon ab, über wie viele Gelenke ein Muskelbauch führt. Dazu später mehr. Ihr fragt Euch, wie viele mehrgelenkige Muskeln wir haben? Bedenken wir, dass die Wirbelsäule aus 33-34 Einzelwirbelkörpern und den dazwischenliegenden Bandscheiben besteht. Dass jeweils zwei Wirbelkörper und die entsprechende Bandscheibe ein Bewegungssegment ergeben. Spätestens so wird klar, dass mehrgelenkige Muskeln im Körper keine Seltenheit sind.

Schema	Gelenkform & Vorkommen	Fachausdruck	Hauptbewegung
	Scharniergelenk Finger, Oberarm-Elle, Zehen, <i>Knie</i>	Articulatio cylindroidea	Flexion & Extension
	Kugelgelenk Schulter- und Hüftgelenk	Articulatio spheroidea	Freie Bewegungen in drei Achsen
	Eigelenk Oberes Handwurzelgelenk, 1. Kopfgelenk	Articulatio ellipsoidea	Add- & Abduktion, Flexion & Extension
	Sattelgelenk Daumengrundgelenk	Articulatio sellaris	Add- & Abduktion, Flexion & Extension
	Radgelenk Elle-Speiche, Wade-Schienbein	Articulatio trochoidea	Pronation & Supination
	Zapfengelenk Atlas-Axis		Außenrotation, <i>Rotationen um die eigene Achse</i>
	Ebenes, planes Gelenk Wirbelbogengelenke, Hand- + Fußwurzelgelenke	Articulatio plana	Translation <i>(Geradliniges Gleiten)</i> + <i>Rotationen um die eigene Achse</i>
	Kondylengelenk Knie- + Ellenbogengelenk, <i>Kombiniert 2 „Scharnierpartner“ in einem Gelenk</i>	Articulatio condylaris	Flexion & Extension, eingeschränkt Translation
	Drehscharniergelenk Die Gesamtheit von Kondylengelenk und Radgelenk	Trochoginglymus	+ eingeschränkt Innen & Außenrotation

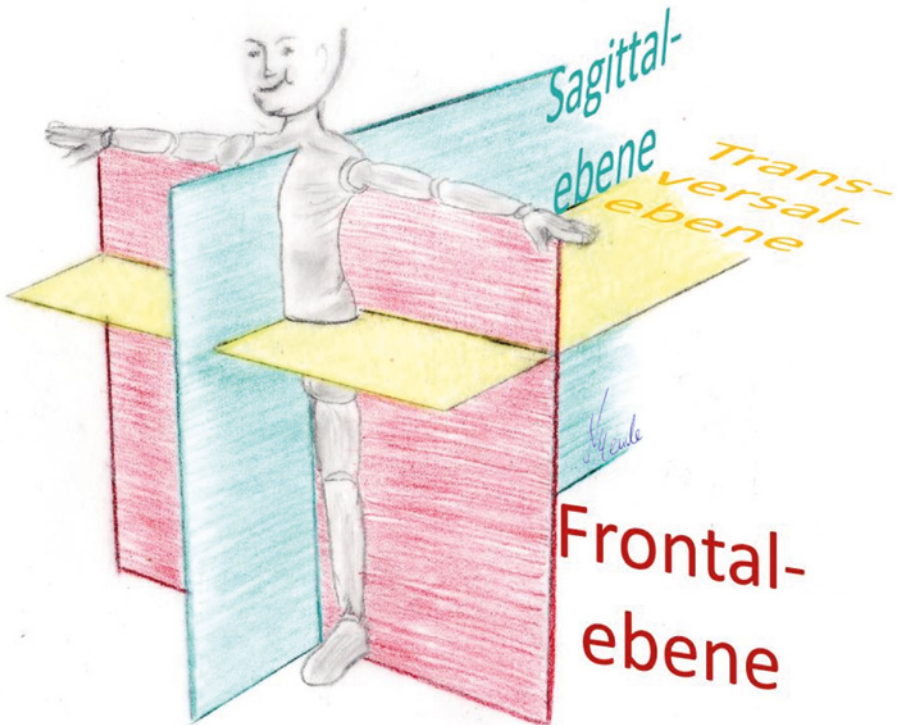
- Die Finger- und Zehengelenke werden, wegen der walzenartigen Gelenksköpfe, als „Phalanx“ benannt.
- Das Hüftgelenk wird tlw. als Nussgelenk (Enarthrosis spheroidea) bezeichnet, denn die Gelenkpfanne umschließt den Kopf teilweise. Der Freiheitsgrad verringert sich.
- Zum Kniegelenk gehört ebenso das Femoropatellargelenk. Hier bettet sich die Kniescheibe (Patella), über dem Hauptgelenkspalt, in der Patellasehne ein.

1.1. Gelenkformen

All die hier aufgezählten Gelenke gehören zur Gruppe der echten/freien Gelenke.



1.2. Achsen und Bewegungsrichtungen des Körpers



1.3. Ebenen des Körpers

Freies Gelenk (*Diarthrose*): Gelenkspalt + Gelenkkapsel + Kopf und Pfanne mit Gelenknorpelüberzug + Gelenkflüssigkeit (*Synovia*) = Bewegungsfreiraum (alle bisher genannten)

Straffes Gelenk (*Amphiarthrose*): Gelenkspalt + fester Bandapparat um das Gelenk = minimaler bis kein Bewegungsfreiraum (Kreuz-Darmbein-Gelenk)

Echte Gelenke unterbrechen, mit Bändern (Singular: Ligamentum/Lig. und Mehrzahl: Ligamenta/Ligg.) gesichert, die knöcherne Kontinuität, denn sie verfügen über einen Gelenkspalt, der ihnen differenzierte Bewegungsfreiheiten ermöglicht.

Es gibt auch unechte Gelenke, die eben diese beweglichen Eigenschaften nicht aufweisen. Der Gelenkspalt ist mit verschiedenen Gewebearten verwachsen und eine freie Bewegungsachse fehlt. Je nach Verbindungsstruktur unterscheiden sich diese unechten Gelenke in:

- **bandhafte Verbindungen** (*Syndesmosen*): eingeschränkt beweglich (Verbindung zwischen Elle und Speiche oder Schien- und Wadenbein)
- **knorpelhafte Verbindungen** (*Synchondrosen*): eher unbeweglich (Verbindung zwischen Brustbein und Rippen)
- **knöcherne Verbindung** (*Synostosen*): unbeweglich (Kreuzbein)

Für die Bewegungsführung und Sicherung der echten Gelenke sorgen sowohl die Bänder, die Gelenkkapsel, das umliegende Bindegewebe als auch natürlich die Muskulatur.

Der passive Bewegungsapparat ist also unser Stützapparat, der ohne aktive Komponente, einer Marionette gleich, am Boden liegen würde. Ohne dieses stabile Grundgerüst wäre es allerdings auch nicht anders. Wir könnten nur die Fortbewegungsart eines Kriechtieres nutzen.

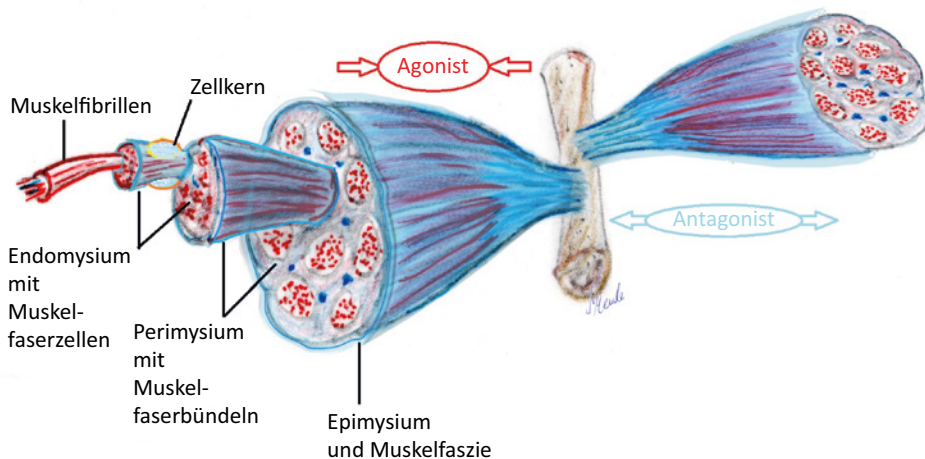
Aktiver Bewegungsapparat

Damit wir uns also gegen die Schwerkraft aufrichten und bewegen können, besitzen wir einen aktiven Bewegungsapparat, der sich aus der Skelettmuskulatur und ihren nicht weniger wichtigen Partnern, den Faszien, Sehnen, Sehnenscheiden und Schleimbeuteln zusammensetzt. Die Muskulatur zieht, in verschiedenen Größen und Längen, von Knochen zu Knochen und ist auch untereinander vernetzt. Wer einen rein knöchernen Ursprung und Ansatz der Muskulatur erwartet, wird hier neue Erkenntnisse bekommen. Was bedeutet denn eigentlich Ursprung und Ansatz? Es sind die Stellen im Körper, an denen die Muskelsehnen an Knochen oder Gewebestrukturen ansetzen (*inserieren*), um so die

Kraftübertragung auf den passiven Bewegungsapparat auszuüben. Die Ursprungsregion liegt zumeist an der körpernahen Achse, während der Ansatz achsenfern liegt. Schwer zu merken? Ich habe mir das über U = unbeweglicher Körperteil + A = aktiver Körperteil gemerkt. Grundsätzlich gilt die Frage, welcher Muskelpunkt bei Aktivität in Bewegung versetzt wird. Punctum Fixum – Punctum mobile! Auch hier hilft das »U«, denn »fixum« = Ursprung.

Ohne Kraft können wir nichts! Und wenn wir nichts tun, verlieren wir unsere Kraft! Das sind zwei harte Fakten, die leider wahr sind. Für die Kraftentwicklung benötigen wir unsere Skelettmuskulatur. Sie wird als quergestreifte Muskulatur eingeordnet, denn unter dem Mikroskop zeigen sich wiederholende Formen, die das Muster von Querstreifen haben. Schon hier kursieren unterschiedliche Aufbauerklärungen. Ich bediene mich der etwas differenzierteren Form. Hiernach baut sich der Muskel wie folgt auf.

Von außen nach innen:



1.4. Muskelaufbau

1. **Muskelhülle**, bestehend aus Muskelfaszie und lockerem Verbindungsgewebe (Epimysium)*.
2. **Muskelfaserbündel** (Faszikel), ebenfalls umgeben von Verbindungsgewebe (Perimysium)*. Die Faserbündel können nochmals unterteilt werden, denn die Sekundärbündel, die wir als »Fleischfaser« mit bloßem Auge sehen, setzen sich aus vielen Primärbündeln zusammen.

3. **Muskelfaser/Muskelfaserzelle** (Myozyt) beschreibt den Verbund der Kraftwerke eines Muskels. In diesem spindelähnlichen Gebilde vereinen sich die muskulären Funktionseinheiten. Der ebenfalls gängige Begriff »Muskelzelle« ist hier etwas verwirrend.
4. **Muskelfibrillen** (Myofibrillen), die bereits erwähnten Funktionseinheiten, bestehen aus unzähligen, kastenförmig angeordneten Aktionseinheiten.
5. **Kleinste kontraktile Einheiten** (Sarkomere) sind die kleinsten Funktionseinheiten. Hier verschieben sich Proteinfäden (Filamente) Aktin und Myosin gegeneinander und erwirken so, als Kettenreaktion, das Zusammenziehen des Muskels (Kontraktion). Bleibt noch zu erwähnen, dass sich ein drittes Protein ebenfalls in den Sarkomeren, die übrigens die Querstreifen ergeben, aufhält: das Titin. Es sorgt, einfach ausgedrückt, für eine gute Ausrichtung von Aktin und Myosin. Ähnlich einem Gummiband positioniert es die Proteine nach Dehnung zurück in die Ausgangstellung.

** (Abb 1.4. + 1.6.) Epimysium und Perimysium werden zum besseren Verständnis voluminöser gezeichnet, als sie tatsächlich sind.*

Die quergestreifte Skelettmuskulatur unterscheidet sich von glatter Organmuskulatur nicht nur im Aufbau. Sie hat gut sortierte Funktionseinheiten, die unserem Willen nach kontrahieren. Die glatte Muskulatur kontrahiert langsam, dauerhaft und ohne Kraftspitze, indem sie sich spiralförmig zusammenzieht. So ergibt sich in der Gesamtansicht ein glatt erscheinender Muskel. Diese Muskelart befindet sich vorrangig in unseren Eingeweiden und Regionen, die selbstständig (autonom) arbeiten müssen. Unser Herzmuskel gehört trotz autonomer Arbeitsleistung zur quergestreiften Muskelgruppe, nicht aber zur Skelettmuskulatur. Seine Arbeit erhält uns am Leben, und so ist er ein absolut essentieller Teamplayer im Körper.

Egal welche Art Muskelgewebe: Lange Zeit wurde nicht weiter erwähnt, dass sich jede einzelne Faser, jedes Filament, jede Zelle mit bindegewebigen Fasern umgibt. Nur so kann die kontraktile Verschiebbarkeit gewährleistet werden. Ist Euch vielleicht aufgefallen, dass ich die Muskelhülle als Kombination von Muskelfaszie und dem Epimysium genannt habe? Häufig wird die Hülle dem Epimysium gleichgesetzt, das entspricht einer vereinfachten Einteilung, die gern mal Verwirrung stiften kann. Grundsätzlich wisst Ihr jetzt, was gemeint ist und merkt Euch vielleicht noch, dass die den Muskel betreffenden Gewebefasern Myofaszien heißen.

»Myo« steht für Muskel, muskulär oder den Muskel betreffend – Bindegewebe wird als Faszie (Fascia, Fascie) bezeichnet.

Faszien

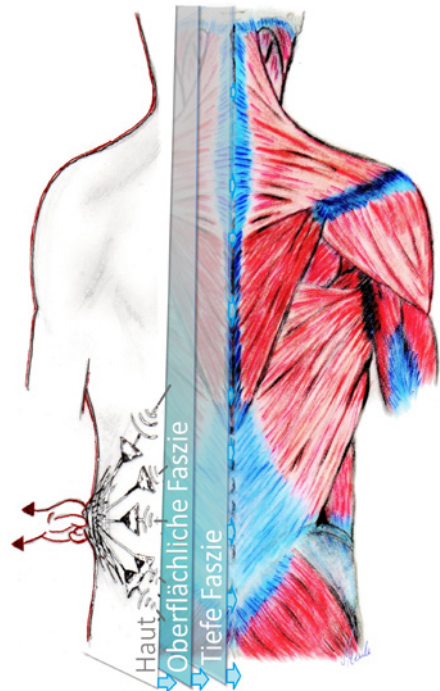
Nun wäre es aber gut zu wissen, was eigentlich Faszien sind. Sie sind das Alles oder Nichts im Körper, das unendliche Fasernetzwerk, die Herberge all unserer Körperbausteine. Würden wir alle Komponenten aus diesem Netzwerk entfernen, könnten wir den Körperbau dennoch erkennen – nur würde das Konstrukt nicht halten.

Fascia, Fascie oder Faszie, egal, welcher Begriff genutzt wird, die Übersetzung »Bandage« erklärt die Grundfunktion des Bindegewebes ganz gut. Es verbindet/durchzieht unseren gesamten Körper und ist struktur- und formgebend. Unterschiedlich dicht besiedelt mit Zellen jeglicher Couleur (Nerven-, Fett-, Mastzellen etc.) erhält das Bindegewebe, mit seiner wasserbindenden Eigenschaft, die Gleitfunktion einzelner Strukturen gegeneinander. Auch Fettzellen lagern in diesen Strukturen. In gesundem Maße sind sie die polsternden Helfer für unser Bindegewebe. Es hat Tag und Nacht viele Aufgaben zu erledigen, in der heutigen Zeit könnte man es liebevoll als »Superhost« beschreiben. Es unterstützt u.a. die körperinterne Kommunikation, die Versorgung mit Nährstoffen und die Immunabwehr. Und vor allem hilft es uns bei jeder Bewegung.

Ganz grob gesagt unterscheiden sich Faszien in »lockeres Bindegewebe« als weit im Körper verzweigtes kollagenes Netzwerk und »dichtes Bindegewebe« in parallel oder mehrschichtig verlaufenden Kollagenfasern. Lange Jahre fand vor allem das lockere Bindegewebe wenig Beachtung, dabei hat es einiges zu bieten.

Faszien sind überwiegend kollagenhaltige Faserstrukturen, die sich in unterschiedlicher Beschaffenheit in jeder Ecke unseres Körpers befinden. Sie werden als faseriges Bindegewebe bezeichnet!

Der Euch sicher bekannte »Hype« betraf anfangs vorrangig die körperumhüllenden Schichten unter unserer Haut. Die oberflächliche Faszie (Fascia superficialis) umgibt uns wie eine zweite, lockere Haut und vernetzt sich in die unendlichen Verzweigungen der tiefen Faszien (Fascia profunda).



1.5. Körperhüllen

Bei den tiefen Faszien­schichten handelt es sich um faserreiche (fibröse) Schichten, die gut organisiert mit dem Muskel interagieren. Wir werden sie, in Bezug auf die Muskulatur, häufig wiedertreffen, denn sie bilden die verschiedenen Hüllschichten des aktiven Bewegungsapparates, Organ- und Gelenkkapseln (*Capsula fibrosa und articularis*).

Schlussendlich gibt es auch in den Tiefen unseres Körpers lockere Faszien. Es handelt sich um Einbettungsgewebe und die Aufhängung für die Organe (*viszerale Faszien*).

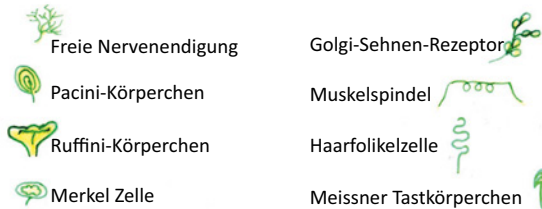
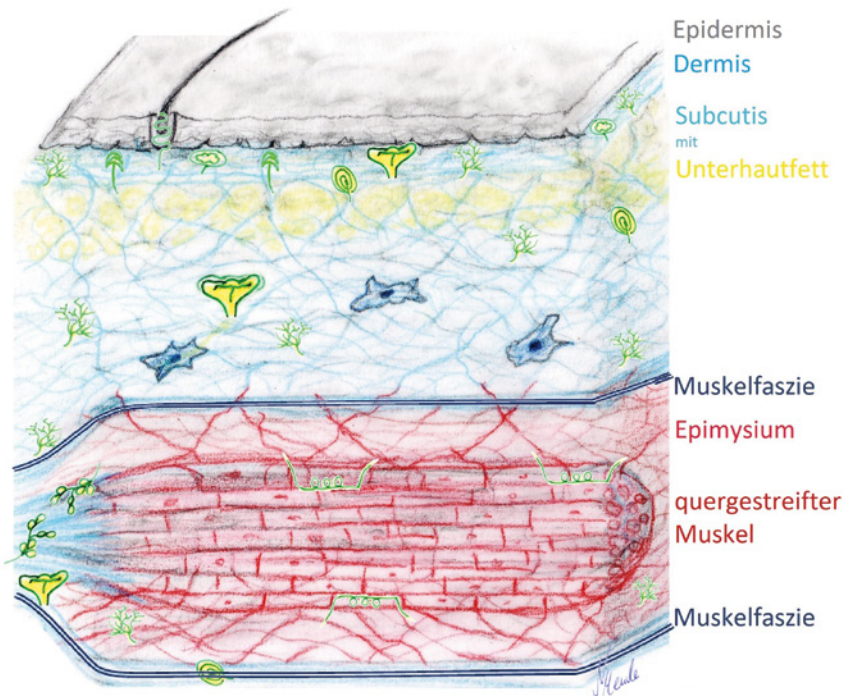
Das Bindegewebsnetzwerk durchzieht uns gänzlich, ohne Anfang oder Ende. Es setzt sich aus drei Teilen zusammen. Den **Zellen**, die permanent dafür sorgen, Baustoffe (Moleküle) zur Gewebeerneuerung auszuschütten. Diese Moleküle sind vorrangig Kollagen, weniger Elastin → **Fasern** und Zuckereiweißverbindungen (*Proteoglykane*) plus deutlich mehr saure Mehrfachzucker (*Glycosaminoglycane*). Diese werden kurz »GAGs« genannt und sind viel bekannter unter dem Namen Hyaluronsäure (*Hyaluronan* = körpereigenes Hyaluron) → **Grundsubstanz**. Die Eigenschaft der Wasserbindung wird somit der sogenannten Grundsubstanz zugeschrieben. Sie ist ein wichtiger Teamplayer, der die Gleitfunktionen und Scherbewegungen im Körper ermöglicht.

Der Bauplan sieht demnach so aus:

Faszien bestehen aus:

1. Zellen (Fibroblasten + Fasziozyten)
2. Fasern (vorrangig Kollagen, Elastin)
3. Grundsubstanz (vorrangig Hyaluronan)

Die Gewebezusammensetzung bestimmt hier den jeweiligen Gewebetyp. Das lockere Faziengewebe kommt mit einer chaotisch wirkenden Ausrichtung eher zellarm, dafür reich an einer wasserhaltigen Grundsubstanz daher. Wir finden es vorrangig in der oberflächlichen Faszie (*Fascia superficialis*), dem Epimysium und den Faszien der Eingeweide (*viszerale Faszien*). Als zellreiches, aber lockeres Bindegewebe wäre das Fettgewebe zu nennen, denn die Fettzellen werden im faszialen Gewebe gehalten. Straffe Faszien dagegen erscheinen sortiert in spezifischer Ausrichtung, die von vielen Fasern unterschiedlicher Festigkeit gestaltet werden. Ihr könnt Euch dies als Schwamm vs. Lappen vorstellen. Der Schwamm zieht viel Wasser und wirkt locker, während der Lappen, je nach Material, eine mäßige, richtungsabhängige Mobilität zulässt und den Wasserspeicherpokal dem Schwamm überlassen muss.



1.6. Gewebe und Rezeptoren

Lockeres Bindegewebe: Grundsubstanz überwiegt | unspezifische Ausrichtung | Hüll- + Füllgewebe | hohe Gleiteigenschaften.

Straffes Bindegewebe: Faseranteil überwiegt | spezifische Ausrichtung | formgebendes Gewebe | hohe Festigkeit.

Leichthin könnte man nahezu alles im Körper als Faszie bezeichnen. Je nach Kollagenfasertyp und Faserdichte sind Sehnen, Bänder oder auch Bandscheiben ein fasziales Produkt. Sogar Knochen sind im weitesten Sinne mit Kalk versetzte (Kalzifikation) Faszien. Ein fortlaufender Wechsel verschiedenster Dichten und Festigkeiten. So ist es zwar weitestgehend richtig, aber funktionell doch ein bisschen ungenau. Es ist wie bei Autos oder Bekleidung. Hose ist eben nicht gleich Hose und ein Kleinwagen ist kein SUV. Eine Typi-

sierung hilft nicht nur der Orientierung, sie unterscheidet auch die Beschaffenheit und erklärt die Funktionen.

Tiefe Faszien

Zum besseren Verständnis der tiefen Faszien bediene ich mich der Erläuterung von Carla Stecco.

Tiefe Faszien unterteilen sich in:

1. aponeurotische Faszien (Muskelansatzgewebe; hohe Kraftübertragung auf synergistische/verbundene Strukturen des aktiven und passiven Bewegungsapparates)

(A) tiefe Faszien der Arme und Beine (Extremitätenfaszien)

(B) große Rückenfaszie (*Fascia thoracolumbalis*)

(C) Sehnenplatte der Bauchwand (*Rektusscheide*)

Klassifikation: mehrschichtige, organisierte Fasern, lockeres Bindegewebe zwischen den einzelnen Schichten. Breiter Ansatzpunkt für mehrere Muskeln

2. pimysiale Faszien/Epimysium (umhüllt den Muskelbauch; Kraftweiterleitung auf synergistische/benachbarte Muskelfaserbündel)

(A) tiefe Faszien des Rumpfes

(B) Epimysium der Arm- und Beinmuskeln

Klassifikation: gleicher Aufbau, aber dünner als aponeurotische Faszien, lockeres Bindegewebe zwischen den einzelnen Schichten. Verbindung von Muskelfaserbündeln (auch benachbarter Muskeln)

3. intramuskuläre Faszien (umhüllt die Muskelfaser/-bündel; summierte Kraftweiterleitung auf die Muskelsehne)

(A) Muskelfaserbündelhülle (*Perimysium*)

(B) Muskelfaserhülle (*Endomysium*)

4. fibröse Faszien (Hüll- und Trenngewebe; Trenn- und Stützfunktion)

(A) Knochenhaut (*Periost*)

(B) Gelenk- und Organkapsel (*Capsula articularis, fibrosa*)

(C) Membrangewebe (*Membrana interossea*)

Insgesamt verwirrt oft schon der Begriff »Epimysium«, denn die unterschiedliche Literatur beschreibt die gesamte Muskelhülle als Epimysium oder eben nur das mit der Muskelfaszie eng verbundene lockere Bindegewebe. Belassen wir es hier bei dem vereinfachten Begriff und merken uns:

Die erwähnten tiefen Faszien enthalten spezifisch ausgerichtete Fasern u.a. für die Kraftübertragung und Hyaluronan, um die gleitende Mobilität zu erhalten.

Die verschiedenen Faszienarten zeigen deutlich, wie komplex dieses System ist. Es ist wirklich wichtig und sollte dennoch niemals als Einzelsystem angesehen werden. Hierzu möchte ich ein paar Aspekte anführen, die zu diesem Kontext passen.

- Ca. 2/3 des extrazellulären Körperwassers befinden sich im lockeren Bindegewebe. Der Körper führt insgesamt deutlich mehr Wasser in den Zellen (intrazellulär).
- Unzählige Botenstoffe tauschen blitzschnell Informationen zwischen Zellen aus. Für diesen Austausch wäre sauberes extrazelluläres Wasser und auch Bewegung günstig. Ihr könnt dies mit einer Schneekugel vergleichen: Die Partikel tanzen erst durch Schütteln und sind im klaren Wasser gut zu erkennen.
- Faszien tragen zur Wundheilung bei. So erklärt sich eine Narbenbildung. Der Körper priorisiert die Heilung des Gewebes, erst sekundär folgt seine Funktionswiederherstellung. Die Vernarbungen gilt es zu vermeiden, indem eine gute, fachgerechte Therapie durchgeführt wird.
- Ein »Verkleben« von Faszien wird häufig erwähnt, ist aber nicht wissenschaftlich belegt. Faszien verdichten eher, indem der Faserstoffwechsel gestört wird.
- In den Faszien befinden sich, ihrer Aufgabe entsprechend, viele Wahrnehmungszellen bzw. Schmerzrezeptoren. So schmerzt nicht die Faszie an sich, sondern der hier gestörte Rezeptor leitet seine Beschwerde an das Nervensystem weiter.
- Einige Faszien enthalten teilweise kontraktile Elemente, die unter Stress kontrahieren. Sehr langsam und keinesfalls zum Trainingsnutzen, dafür dauert das Lösen solcher Kontraktionen leider lang. Verspannungen ergeben sich aus der dauerhaften, unfunktionellen Muskelspannung, die meist zu einer Gewebeverdichtung der Faszien führt.
- Muskelhüllen weisen einen hohen Vernetzungsanteil untereinander auf (myofasziale Partner). Eine kraftübertragende Leistung ist somit mehr als logisch.
- Die Aktivierung dieser myofaszialen Partner erwirkt eine innere (tensegrale) Spannung, die auf- und ausrichtend wirkt, ohne den Körper wirklich zu bewegen.
- Ein guter Faserstoffwechsel bedarf zwingend adäquater Be- und Entlastungsphasen.
- Der faserstoffwechselfördernde Trainingsreiz (faszienorientiertes Training) gelingt mit einer vollständigen Kontraktion bzw. Dehnung der Arbeitsmuskulatur.
- Warme Faszienstrukturen melden weniger Schmerz. Daher sollten schmerzreduzierende Trainingseinheiten kontinuierlich und sanft gesteigert werden. Die Rückmeldung folgt erst, wenn das Gewebe auskühlt!
- Zu faszienorientiertem Training gehört mehr als »Rollen« und »Triggern«.

Die Liste könnte viel länger sein, aber für den Moment soll sie reichen, damit Ihr eine kleine Idee habt, was die Faszien sind und können. In den einzelnen Kapiteln werdet Ihr mehr über dieses intelligente Netzwerk erfahren.

Die häufige Aussage »Der Körper besitzt nur eine Faszie« ergibt sich aus der endlosen Verzweigung. Dieses System wird regional in unterschiedliche Faszien unterteilt!

Für mich waren die unterschiedlichen Benennungen anfangs wirklich verwirrend. Vielleicht helfen ein paar Erklärungen, um die Einteilungen besser zu verstehen.

1. Faszienbenennungen richten sich meist nach der örtlichen Lage im Körper.
2. »Lamina« beschreibt unterschiedliche Lagen einer Struktur, bei den Faszien kommt dies häufig vor.
3. »Retinacula« sind bandhafte Verstärkungen der Faszien, quasi Halterungen zwischen Gewebeschichten.
4. Es kann zwischen benachbarten Muskelfaszien durchaus weitere Faszien geben. Sie bedecken mehrere Muskeln ganz oder teilweise. Diese Faszien finden sich meist in Regionen, in denen mehr schützende oder besonders wichtige gleitende Funktionen nötig sind.

Damit ein strukturelles Gleiten gelingt, bedarf es spezifischer Stoffwechselprozesse, die ich hier beiseitelassen möchte. Allerdings nicht ohne den Hinweis, dass sich die bindegewebigen Strukturen, sollten sie keinem ausreichenden Stoffwechsel unterliegen, verdichten und so schmerzhafte Probleme bereiten können.

Nerven und Rezeptoren

Die Schmerzen meldet natürlich nicht die Faszie. Sie beherbergt den wahrnehmenden Rezeptor, beziehungsweise die Nervenbahn und umhüllt sie schützend. Nervenfasern leiten angepasst an ihre »Erregbarkeit« Informationen zur Leitzentrale, unserem Gehirn, genauer gesagt der Hirnrinde (*Cortex*). Erst hier wird die Warnung »SCHMERZ« ausgegeben. So einfach wie hier beschrieben ist es natürlich nicht. Natürlich können sowohl die Faszie als auch der Muskel Auslöser für Schmerz sein, nur wahrnehmen tut es das Nervensystem. Ändert sich also das Milieu oder wird Gewebe mechanisch verändert, reagiert der regional betroffene Rezeptor als Schmerzmelder (*Nozizeption*).

Das Nervensystem ist ein komplexes Thema aus der Sparte der Physiologie. Ich erwähne es hier nur randläufig und lade Euch ein, in die aktuellen neurowissenschaftlichen Sportlektüren hineinzuschnuppern. Es lohnt sich.

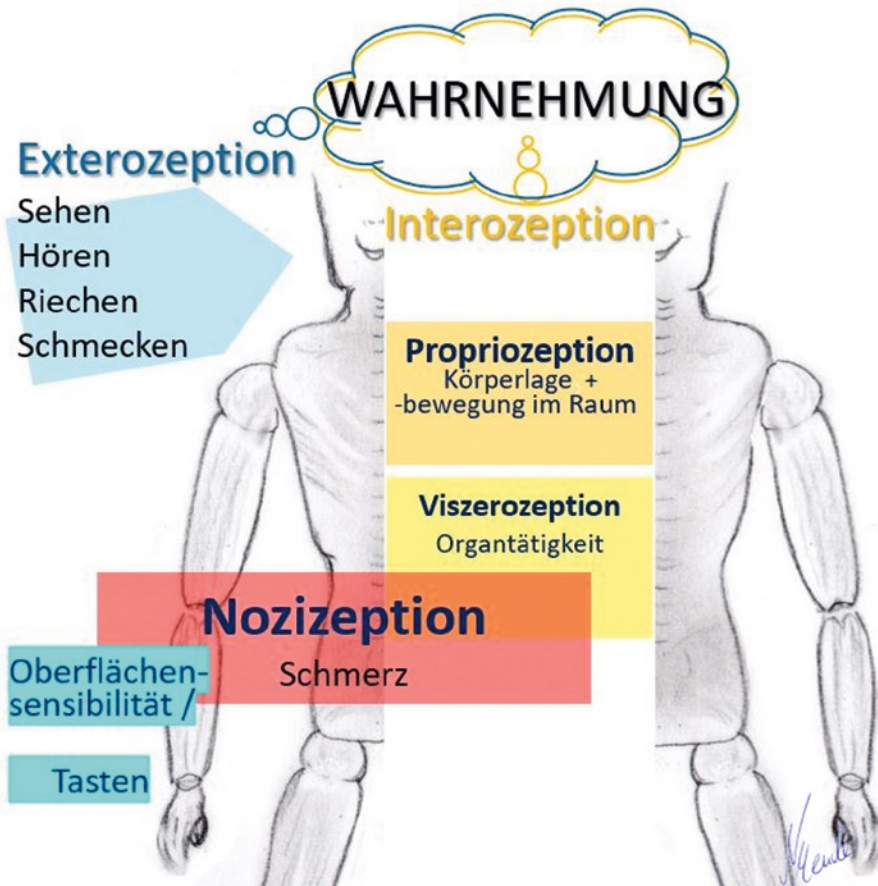
Es ist vielleicht spannend zu wissen, dass unser Nervensystem unterschiedlichen Einteilungen unterliegt:

Die topographische Einteilung unterscheidet das zentrale Nervensystem (ZNS) = Gehirn + Rückenmark und das periphere Nervensystem (PNS) = Nervenfaserbündel + Nervenfasern außerhalb des Rückenmarks. Praktisch die externe Verkabelung (PNS) zu einem Headoffice (ZNS).

Die funktionelle Einteilung unterscheidet ein willkürliches (somatisches) und ein unwillkürliches, autonomes (vegetatives) Nervensystem. Auch hier kann man das Headoffice als Metapher nehmen, denn eine Firma funktioniert nur gut, wenn sich alle Mitarbeiter wohl fühlen und effektiv ihre Arbeit machen. Egal, wie weit der Chef weg ist, er steht doch zur Verfügung und kann sich auf seine engagierten Mitarbeiter verlassen.

Befassen wir uns weiter mit der funktionellen Einteilung. Diese Systeme sind für unser Überleben wichtig. Beide Systeme nehmen Einfluss auf unser Bewegungssystem, die Qualität der Bewegung und die Gesundheit unserer Strukturen.

Das zentrale Nervensystem des Körpers funktioniert, einfach ausgedrückt, über äußere und innere Wahrnehmung.



1.7. Wahrnehmung

Vegetatives Nervensystem

Das autonome Nervensystem (ANS) unterteilt sich in ein sympathisches und ein parasympathisches Nervensystem (auch das enterische NS des Darms wird hierzu gezählt). Neben sämtlichen Vitalfunktionen übernimmt das ANS die Reizaufnahme und -umsetzung aus unserer Umwelt. Der Sympathikus arbeitet meist gegensätzlich (*antagonistisch*) zum Parasympathikus. Sympathische Reaktionen bedeuten eine schnelle Mobilisierung des Körpers, während die Reaktion des Parasympathikus die Ruhe fördert. Sekundär haben diese Systeme großen Einfluss auf unsere Skelettmuskulatur, denn der Sympathikus sorgt für alle notwendigen Gefäßreaktionen, den körpereigenen Temperaturengleich und seine biochemischen Prozesse während Belastungsphasen. Der Parasympathikus fühlt sich zuständig für die Wiederherstellung des physiologischen Gleichgewichts (*Homöostase*).

Wie bereits erwähnt, hängt auch das System der Faszien mit diesem autonomen System zusammen. Es ist also nicht nur seine Herberge. Die Faszienspannung wird unter anderem über diverse Botenstoffe (*Neurotransmitter*) gesteuert. Sympathikus und Parasympathikus arbeiten hier durchaus zusammen. Gemeinsam aktiv (*synergistisch*) fördern diese zwei Systeme unsere Fortpflanzung, unseren Sexualtrieb. Point & shoot! Der Parasympathikus sorgt für die Erektion (*point*), der Sympathikus für die Ejakulation (*shoot*).

Somatisches Nervensystem

Das willkürliche System steuert primär unsere Skelettmuskulatur. All das, was wir willentlich ansteuern, unterliegt diesem System genauso wie reflektorische Aktionen. Sie funktionieren über die Informationsleitung diverser Nervenfasern zum Gehirn (*afferent*), um dort, nach Informationsverarbeitung, den Auftrag über Nervenfasern zum Muskel (*efferent*) einzuleiten. Als Eselsbrücke dient hier der »raufkletternde Affe« = afferent und der auszulösende »Effekt« = efferent.

Afferente Information über:

- **somatosensible Fasern:** Haut (z. B. freie Nervenendigungen), Gelenke (z. B. Ruffini-Rezeptoren), Myofaszien/Muskulatur (Muskelspindel, Golgi-Sehnenorgan)
- **viszerosensible Fasern:** Eingeweide, Gefäße (z. B. Schmerzrezeptor, Thermorezeptor, Chemorezeptor)

Efferente Information über:

- **somatomotorische Fasern:** Skelettmuskulatur
- **viszeromotorische Fasern:** glatte Organmuskulatur, Herzmuskulatur, Drüsen

Ein gutes Team in Sachen Informationsweiterleitung. Es ist gut zu erkennen, wie wichtig eine tägliche und abwechslungsreiche Bewegung für diese lebenswichtigen Aufgaben ist.

Die für die Informationsweiterleitung nötigen Wahrnehmungszellen reagieren spezifisch auf Reizeinflüsse und werden in Aufgabenkategorien (z. B. Thermo-, Chemo-, Mechano-rezeptoren) eingeteilt.

Die Mechanorezeptoren und ihre Hauptaufgaben:

Merkelsche Zellen erfassen senkrechten Druck auf die Haut. Somit Information z. B. zur Oberflächenbeschaffenheit → Lage in der Haut → »Tastempfinden«

Meissner Körperchen erfassen die Verformung der Hautoberfläche, geben Informationen zum Berührungsausmaß (Verformung der Haut) → Lage in der unbehaarten Haut. Behaarte Haut enthält **Haarfollikelzellen** (ähnliche Funktion) → »Berührungssensor«

Vater-Pacini-Körperchen erfassen wechselnd dynamische/reaktive Reize/Vibrationen = Lage u.a. in Unterhaut u. Gelenkkapseln, Muskelsepten → »Vibrationsrezeptor«

Ruffini-Körperchen erfassen Gewebedehnungsreize/Scherkräfte auf das Gewebe, also Informationen zu Bewegungsausmaß und Geschwindigkeit = Lage in Haut u. Gelenkkapseln
Langsame Adaptation → »Druck- und Dehnungssensor«. Ruffini-Rezeptoren = unterstütz-ten die Propriozeption!

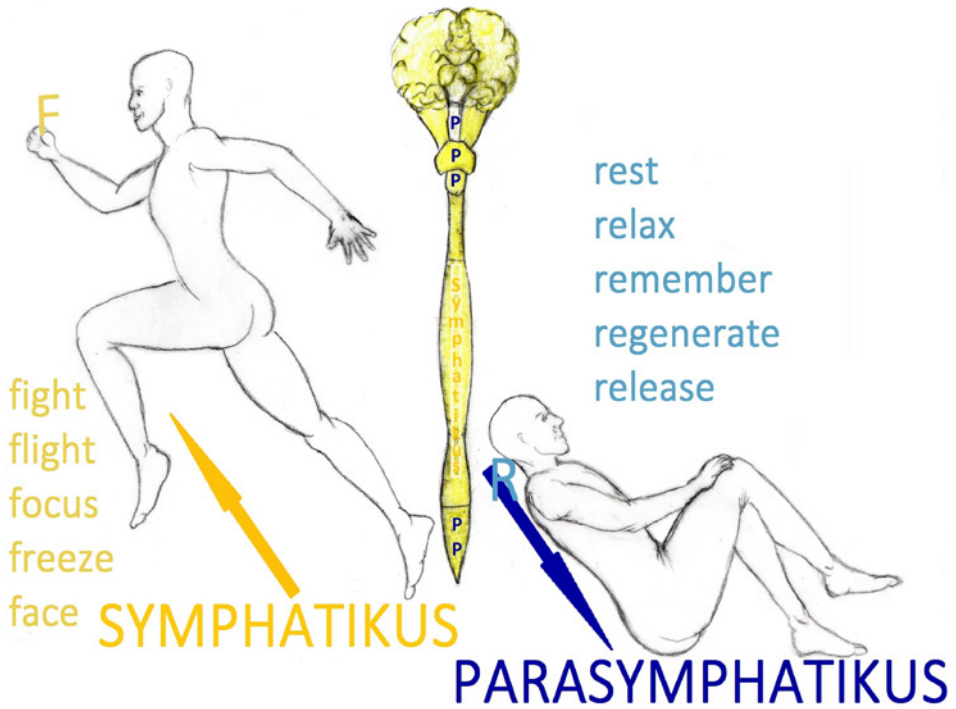
Golgi-Sehnenorgan erfasst Kontraktionskräfte und Spannungen der Sehnen-Muskel-Einheit, leiten diese zum Rückenmark = Lage zwischen Muskelfaser und Sehne → »Spannungsrezeptor/Eigenreflexsteuerung«

Muskelspindeln erfassen die Längenveränderung der Muskelfasern, arbeiten afferent und efferent = Lage parallel zu den Muskelfasern → »Überdehnungsschutz«

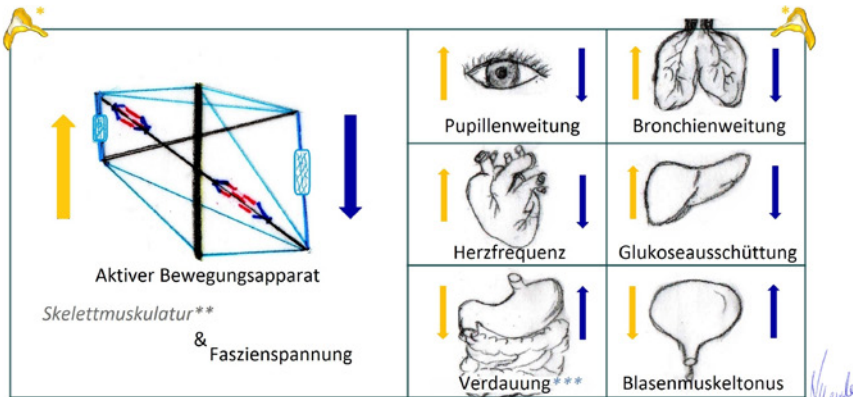
Freie Nervenendigungen erfassen Überreizungen und feine Reize = Lage in Haut, Zunge, schmerzempfindliche Gewebestrukturen → »Schmerzrezeptor« Nozizeption (rezeptorische Signalwahrnehmung, -weiterleitung ZNS)

Mediziner lernen die Funktionen so: Politisch steht Merkel unter Druck. Meissner-Porzellan sollte vorsichtig berührt werden. Vater-Pacini gleicht dem Opersänger mit stimmlichem Vibrato. Nur Ruffini »schert« das alles nicht.

So wirken viele Faktoren im somatischen System zusammen. Es ist unser motorisches System. Vernachlässigen wir es, unterliegen wir dem Prinzip »Use it or lose it«. Die Rezeptoren verlernen die Kommunikation und die Bewegungsausführung lässt in der Feinmotorik und der Widerstandskraft nach. Es gibt Autoren, die dies als »sensomotorische Amnesie« beschreiben. Diese recht logisch erscheinende Theorie ist ein wichtiger Faktor für unser gesundes Training.



Einflussnahme des vegetativen (autonomen) Nervensystems



* Nebennierenmark = Sympathisch = Ausschüttung Adrenalin & Noradrenalin!
 ** Die Skelettmuskulatur ist somatisch innerviert.
 Sekundär sorgt der Sympathikus für die notwendigen Gefäßreaktionen, den Temperaturausgleich und die biochemischen Prozesse während Belastungsphasen.
 Der Parasympathikus sorgt für die Wiederherstellung der Homöostase!
 *** Der Darm besitzt ein eigenes autonomes Nervensystem => Enterisches System!

1.8. Vegetatives Nervensystem



1.9. Sensomotorische Amnesie

Tipp

Solange der Muskel nicht genau weiß, wann er sich wie kontrahieren soll, erscheint es sinnvoll, dies in kleinen Schritten zu üben. Überfordern wir den Muskel, überfordern wir gleichzeitig auch das umliegende Bindegewebe. Wiederholende Überforderung legt den Grundstein für Bewegungsschmerzen. Es lohnt sich also, an komplexe Übungen mit leichteren Variationen heranzugehen.

Bei neuen Übungen fördern methodische Reihen die Übungsqualität!

Was fehlt?

Ihr werdet zu Recht bemerken, dass essentielle Grundlagen zum Thema körperliches Teamwork fehlen. Diese Komponenten, wie das Herz-Kreislauf-, Lymph- und Verdauungssystem, betreffen die Physiologie unseres Körpers. Wenn auch wichtig, übergehe ich diese und überlasse sie anderen Autoren, die dieses Fach bestens beherrschen. Hier und da werde ich es aber als kleinen Exkurs einfließen lassen. Ich hoffe, das ist in Eurem Sinne.