

Inhalt

Korrespondenz	IV
Vorwort	V
Abkürzungsverzeichnis	X

1 Muskulanatomie

1.1 Quer gestreifte Skelettmuskulatur (Claudia Koch-Remmele)	2
1.1.1 Aufbau der quer gestreiften Muskulatur	2
1.1.2 Bindegewebe der quer gestreiften Muskulatur	7
1.1.3 Durchblutung der quer gestreiften Muskulatur	7
1.1.4 Innervation der quer gestreiften Muskulatur	8
1.1.5 Spezifische Rezeptoren der quer gestreiften Muskulatur	9
1.1.6 Muskel-Sehnen-Übergang	13
1.1.7 Sehne	14
1.1.8 Knochen-Sehnen-Übergang	18
1.1.9 Muskeltypen	20
1.1.10 Muskelfasertypen	21
1.1.11 Funktion der quer gestreiften Skelettmuskulatur	24
1.1.12 Muskeln der oberen Extremität	28
1.1.13 Muskeln des Rumpfes	76
1.1.14 Muskeln der unteren Extremität	88
1.2 Glatte Muskulatur (Phillip Grant)	126
1.2.1 Histologie	126
1.2.2 Formen und Vorkommen der glatten Muskulatur	127
1.2.3 Struktur	128
1.2.4 Kontraktilität	128
1.2.5 GefäÙe	130
1.3 Herzmuskulatur (Christian Pilat)	136
1.3.1 Lage, Aufbau und Funktion des Herzens	136
1.3.2 Arbeitsweise des Herzens	138
1.3.3 Die Herzmuskelzelle	143
1.3.4 Energiebereitstellung im Herzmuskel	143
ExpertenINFO (Heiko Maurer)	
Motorische Ungenauigkeiten	146

2 Physiologie der Muskulatur

2.1 Elektrophysiologie des Muskels (Martin H. Maurer)	150
2.1.1 Ruhemembranpotenzial	150
2.1.2 Aktionspotenzial	150
2.1.3 Neuromuskuläre Erregungsübertragung an der motorischen Endplatte	151
2.1.4 Elektromechanische Kopplung	152

2.2 Die Muskelkontraktion (Martin H. Maurer)	156
2.2.1 Muskelmechanik	156
2.2.2 Zusammenhang zwischen Sarkomerlänge und -kraft	159
2.2.3 Verkürzungsgeschwindigkeit	159
2.2.4 Einfluss der Vordehnung auf die Muskelkraft (Ruhedehnungskurve)	159
2.3 Muskelenergetik (Martin H. Maurer)	162
2.3.1 Substrate	162
2.3.2 Energieumsatz	163
2.3.3 Wirkungsgrad	165
ExpertenINFO (Britta Lorey)	
Die Kopf-Komponente im Kraftsport	166
2.4 Leistungsphysiologie (Martin H. Maurer)	170
2.4.1 Leistung und Leistungsfähigkeit	170
2.4.2 Zirkadiane Rhythmik	170
2.4.3 Sauerstoffschuld	170
2.4.4 Anaerobe Schwelle	171
2.4.5 Respiratorischer Quotient (RQ)	171
2.4.6 Energetisches Äquivalent	172
2.4.7 Anpassung des Herz-Kreislauf-Systems	172

3 Training des Muskels

3.1 Trainingsgrundlagen (Jörg M. Jäger)	176
3.1.1 Der Trainingsbegriff	176
3.1.2 Trainingsziele	177
3.1.3 Belastungsnormative, Trainingsparameter	177
3.1.4 Trainingsprinzipien	179
3.1.5 Trainingsplanung	182
3.1.6 Weitere Aspekte des Trainings	184
3.2 Kraft (Jörg M. Jäger, Karsten Krüger)	188
3.2.1 Begriffsklärung	188
3.2.2 Strukturierung und Erscheinungsformen der Kraft	188
3.2.3 Trainingsmethoden zur Verbesserung der Kraftdimensionen	193
3.2.4 Alternative Methoden des Krafttrainings	195
3.2.5 Mischformen und spezielle Formen des Krafttrainings	196
3.2.6 Kraftdiagnostik	198
3.2.7 Adaptation des Muskels an Krafttraining	201
3.2.8 Konzeption von Trainingsprogrammen	202
3.2.9 Krafttraining an und mit Geräten	205
3.2.10 Krafttraining im Kindes- und Jugendalter	240
3.3 Ausdauer (Karsten Krüger, Christian Pilat)	244
3.3.1 Ausdauertraining	244
3.3.2 Anpassung des Muskels an Ausdauertraining	244
3.3.3 Das Sporthertz	248

3.4 Koordination (Hendrik Beckmann)	254
3.4.1 Begriffsbestimmung	254
3.4.2 Koordinationstraining	259
3.5 Schnelligkeitstraining (Hendrik Beckmann)	266
3.5.1 Definition und Struktur von Schnelligkeit	266
3.5.2 Einflussgrößen der Schnelligkeit	268
3.5.3 Training der Schnelligkeit	273
ExpertenINFO (Jochen Beppler)	
„Kondition ist nicht alles ...“	276
3.6 Muskeldehnung und Beweglichkeitstraining (Claudia Koch-Remmele)	280
3.6.1 Begriffsbestimmung und Arten der Beweglichkeit	280
3.6.2 Bedeutung der Beweglichkeit	281
3.6.3 Anatomisch-physiologische Einflussfaktoren der Beweglichkeit	281
3.6.4 Pathologische Faktoren der Bewegungseinschränkung	284
3.6.5 Dehnmethoden	288
3.6.6 Wirksamkeit	292
3.6.7 Dehneffekte und Wirkmechanismen	293
3.6.8 Indikation und Kontraindikation	297
ExpertenINFO (Mathias Reiser)	
Mind & Muscles	302
3.7 Sportartspezifisches Muskeltraining am Beispiel der Leichtathletik (Winfried Vonstein)	306
3.7.1 Sprint	306
3.7.2 Sprung	307
3.7.3 Wurf und Stoß	308
3.7.4 Lauf	308
3.7.5 Praktische Anwendung und Umsetzung des Krafttrainings in der Leichtathletik	309
3.7.6 Das Fundament: Rumpf- und Beckenstabilität	312
3.7.7 Krafttraining im Sprint	314
3.7.8 Krafttraining im Sprung	316
3.7.9 Krafttraining im Wurf und Stoß	318
3.7.10 Krafttraining im Lauf	320
3.8 Muskuläre Ermüdung (Karsten Krüger)	324
3.8.1 Energetische Ermüdung	324
3.8.2 Ermüdung durch die Akkumulation von Stoffwechselprodukten	325
3.8.3 Neuromuskuläre Ermüdungsprozesse	325
3.9 Der Muskelkater (Karsten Krüger)	328
3.9.1 Ursachen des Muskelkaters	328
3.9.2 Pathophysiologie des Muskelkaters	328
3.9.3 Der „Repeated bout“-Effekt	329
3.9.4 Prävention und Therapie des Muskelkaters	330
ExpertenINFO (Tim Naumann)	
Volle Kraft voraus in der Neurorehabilitation?	332

4 Muskel und Gesundheit

4.1 Präventives und rehabilitatives Krafttraining – internistische Aspekte (Karsten Krüger)	336
4.1.1 Grundsätzliche Aspekte des Krafttrainings zum Erhalt der Gesundheit	336
4.1.2 Krafttraining und Typ-II-Diabetes	336
4.1.3 Krafttraining und Bluthochdruck	337
4.1.4 Krafttraining und Übergewicht/Fettstoffwechselstörungen	337
4.1.5 Empfehlungen für ein gesundheitsorientiertes Krafttraining	338
4.2 Grundlagen des Tapings (Stefan Heck)	340
4.2.1 Das klassische Tape im Sport – allgemeine Grundlagen	340
4.2.2 Das elastische Tape im Sport	359
4.3 Sportmassage (Roland Kreuzer)	370
4.3.1 Allgemeine Grundlagen	370
4.3.2 Wirkprinzipien/Effekte der Sportmassage	370
4.3.3 Indikationen und Kontraindikationen	371
4.3.4 Massagetechniken und Behandlung	372

5 Anhang

5.1 Das Skelett	384
5.2 Muskeln des menschlichen Körpers im Überblick	386
5.3 Ebenen und Richtungen des menschlichen Körpers	388
5.4 Literaturverzeichnis	389
5.5 Bildquellen	400
5.6 Index	401

1.1 Quer gestreifte Skelettmuskulatur

(Claudia Koch-Remmele)

Kapitel Aufbau und Inhalt

In diesem Kapitel werden die anatomischen Grundlagen des menschlichen Muskelgewebes erläutert. Folgende Punkte werden aufgegriffen:

- Beschreibung des Aufbaus der quer gestreiften Skelettmuskulatur (kontraktile Gewebe, bindegewebige Hüllen, Gefäß- und Nervenversorgung des Muskels)
- Erläuterung der spezifischen Muskelrezeptoren
- Beschreibung des Muskel-Sehnen-Übergangs, der Sehnen und des Knochen-Sehnen-Übergangs
- Darstellung der verschiedenen Muskel- und Muskelfasertypen
- Funktionelle Bedeutung der quer gestreiften Muskulatur
- Die Anatomie der wesentlichen menschlichen Muskeln mit deren Ursprung, Ansatz und Innervation sowie ihrer Funktion und sportartspezifischer Relevanz.

Das Muskelgewebe ermöglicht es dem Körper, Bewegungen ausführen zu können. Im Zytoplasma der Muskelfasern (= Muskelzellen) befinden sich in großer Anzahl spezifische Proteine (Aktomyosin), welche in der Lage sind, Kontraktionen auszuführen. Beim Menschen werden aufgrund morphologischer und physiologischer Eigenschaften drei verschiedene Formen des Muskelgewebes unterschieden:

- **Quer gestreifte oder Skelettmuskulatur:** Quer gestreiftes Muskelgewebe besteht aus zylinderförmigen Zellen und wird durch Nerven des somatischen Nervensystems innerviert (willkürliche Muskulatur).
- **Glatte Muskulatur:** Glattes Muskelgewebe besteht vorwiegend aus spindelförmigen Zellen. Es befindet sich häufig in den Wänden der inneren Organe und der Blutgefäße, ebenso an den Haaren, in Drüsen und im Inneren des Auges (Tillmann 1998). Ein Teil der glatten Muskulatur wird autonom durch Schrittmacherzellen (Gap junctions)

erregt. Ansonsten erfolgt die Innervation des glatten Muskelgewebes durch das vegetative Nervensystem (unwillkürliche Muskulatur) (Silbernagl u. Despopoulos 1983).

- **Herzmuskulatur:** Sie besteht aus quer gestreiftem Gewebe mit parallel aneinandergereihten Zellen, die durch sogenannte Glanzstreifen (Disci intercalares) miteinander verbunden sind. Das Herz wird durch autonome Schrittmacherzentren erregt. Außerdem steht es unter dem Einfluss des vegetativen Nervensystems (Maurer 2006).

Die insgesamt 430 Skelettmuskeln eines Menschen nehmen ca. 40–50 % des Körpergewichts ein und sind somit das am häufigsten vorkommende Gewebe im menschlichen Körper (Cabri 1999). Skelettmuskeln sind über Sehnen entweder direkt oder indirekt mit den Knochen verbunden. Zusammen mit ihren Hilfsapparaten (Bindegewebshüllen, Blutgefäßen, Nerven, Schleimbeutel, Sehnencheiden, Muskelspindeln und Sehnenrezeptoren) stellen sie ein effektiv arbeitendes Gewebe dar, das in der Lage ist, harmonisch Kräfte zu entfalten und diese auf den Bewegungsapparat zu übertragen. Somit kann die Skelettmuskulatur einerseits Bewegungen ermöglichen und andererseits Haltungen stabilisieren. Des Weiteren kann sie den Bewegungsapparat schützen, indem sie die auf ihn einwirkenden Kräfte absorbiert und verteilt.

1.1.1 Aufbau der quer gestreiften Muskulatur

Ein **Skelettmuskel** besteht aus zahlreichen **Muskelfaserbündeln (Faszikeln)**, die mit dem bloßen Auge erkennbar sind. Ein Muskelfaserbündel setzt sich aus ca. 10–20 parallel angeordneten **Muskelfasern** zusammen. Jede Muskelfaser wird wiederum aus 1.000–2.000 nebeneinanderliegenden **Myofibrillen** gebildet (Silbernagl u. Despopoulos 1983, Klee 2003). Eine Myofibrille besteht aus zahlreichen, hintereinandergeschalteten **Sarkomeren** (mehrere Tausend) (Lindel 2006), die ihrerseits die kontraktile Elemente der Muskelfaser enthalten (► Abb. 1.1).

Die quer gestreifte **Muskelfaser** stellt die kleinste selbstständige Baueinheit des Skelettmuskels dar. Die Muskelfaser ist eine zylinderförmige Zelle, deren Länge von wenigen Millimetern bis zu 30 cm reichen kann (Cabri 1999). Die längsten Muskelfasern im menschlichen Körper befinden sich im M. sartorius (Hüftbeuger). Die Dicke einer Muskelfaser ist abhängig vom Ernährungszustand sowie der funktionellen Beanspruchung und variiert zwischen 10 und 100 µm. In den Muskeln des Oberschenkels befinden sich beispielsweise dickere Muskelfasern, während die Augenmuskeln aus dünneren Muskelfasern bestehen (Cabri 1999). Innerhalb eines Muskels ist die Dicke der Muskelfasern jedoch relativ konstant. Die Bildung eines Muskelbauchs rührt somit nicht von

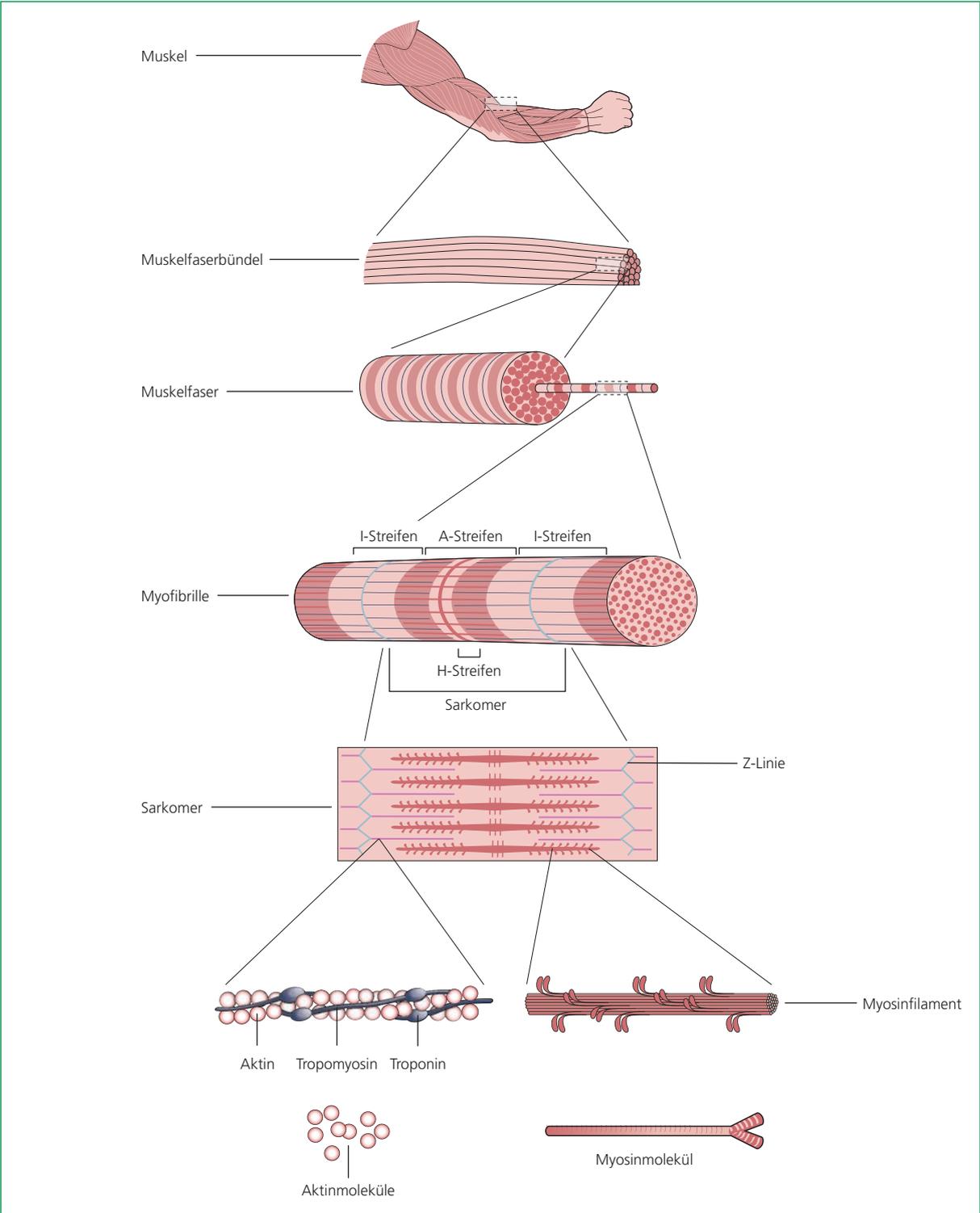


Abb. 1.1 Aufbau der quer gestreiften Skelettmuskulatur

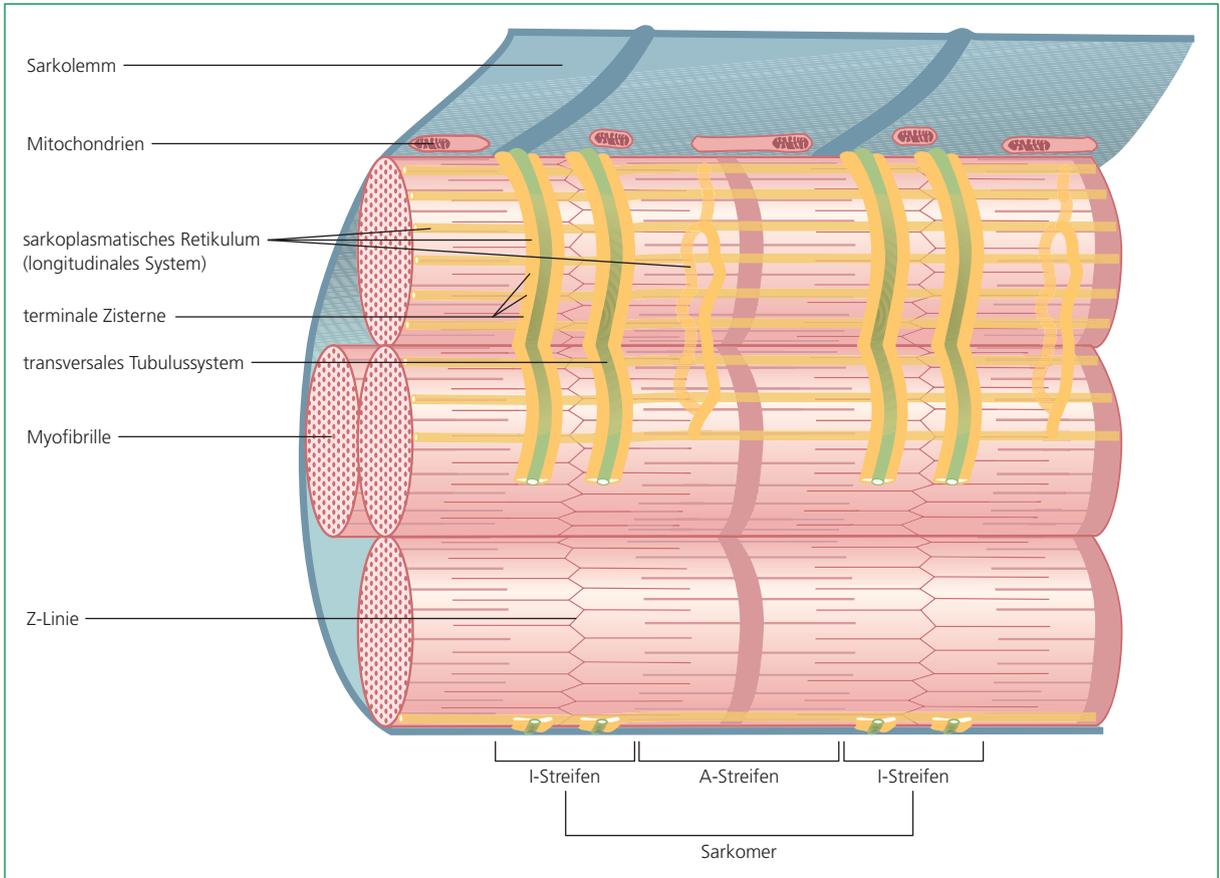


Abb. 1.3 Aufbau des sarkoplasmatischen Retikulums und des transversalen Tubulussystems

sich um schlauchförmige, senkrechte Einstülpungen des Sarkolemm, wodurch eine Verbindung zum extrazellulären Raum besteht. Die Einstülpungen, die einen Durchmesser von ca. 50 nm besitzen, befinden sich regelmäßig beiderseits der Z-Streifen (Forssmann 1985 a). Sie funktionieren wie Kanäle, die sich in Abhängigkeit von Aktionspotenzialen öffnen und schließen. Zudem dienen sie zur raschen Fortleitung der Aktionspotenziale von der Zelloberfläche in das Zellinnere und ermöglichen somit eine gleichzeitige Kontraktion aller Myofibrillen innerhalb einer Muskelfaser. An bestimmten Stellen sind die transversalen Tubuli von zwei L-Zisternen des longitudinalen Systems umgeben (sogenannte Triade). Durch die Membrananlagerung zwischen den Hohlräumen (T-L-Junction) kommt es zur Erregungsausbreitung über das L-System in der gesamten Muskelzelle und zur Freisetzung von Kalziumionen.

Weitere wichtige Bestandteile des Sarkoplasmas sind die Mitochondrien, die im Muskel **Sarkosome** genannt werden. Je nach Muskelfasertyp variiert die Anzahl der Sarkosome (► Kap. 1.1.10, S. 21). Sie liegen entweder zwischen den

Myofibrillen oder direkt unter dem Sarkolemm (► Abb. 1.3). Die interfibrillären Sarkosome sind entweder zirkulär um die Z-Linien oder in Reihen zwischen den Myofibrillen angeordnet. **Glykogen** ist in Form von kleinen Körnchen entweder zwischen den Myofibrillen perlschnurartig aufgereiht oder befindet sich in größeren Konzentrationen in der Nähe von Zellkernen. Im Sarkoplasma sind die **Lipide** in Form von Fetttropfen häufig in der Umgebung von Mitochondrien angesiedelt. Der Anteil an Lipiden in der Muskelfaser ist abhängig vom Fasertyp (► Kap. 1.1.10, S. 21).

Die kontraktile Elemente der Muskelfaser werden ebenso wie die anderen Bestandteile des Sarkoplasmas von der Zellmembran (Sarkolemm) umgeben. Das **Sarkolemm** ist eine bindegewebige, elastische, reizbare Membran, mit der Aufgabe, durch Öffnen und Schließen ihrer Kanäle Erregungsreize aufzunehmen und über das T-System weiterzuleiten. Das Sarkolemm ist wiederum von der **Basalmembran** umgeben. Sie trennt die Muskelzelle bzw. die Muskelfaser von den bindegewebigen Hüllen des Muskelbauchs (► Abb. 1.4).

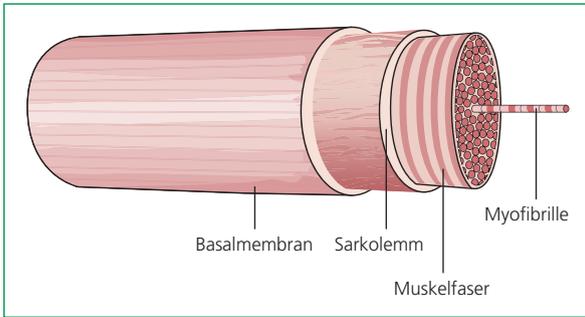


Abb. 1.4 Sarkolemm und Basalmembran

Neben den kontraktiven Elementen besteht der Skelettmuskel auch aus nichtkontraktiven bindegewebigen Elementen. Dazu gehört das gefäß- und nervenführende Bindegewebe, das die Muskelfaser umhüllt.

1.1.2 Bindegewebe der quer gestreiften Muskulatur

Das Bindegewebe der quer gestreiften Muskulatur ist ein wesentlicher Bestandteil des Muskels und bildet zusammen mit der Muskelfaser eine funktionelle Einheit. Neben den bindegewebigen Anteilen innerhalb des Muskelbauchs gehören funktionell auch die Bindegewebe des Muskel-Sehnen-Übergangs (► Kap. 1.1.6, S. 13), der Sehne (► Kap. 1.1.7, S. 14) und des Knochen-Sehnen-Übergangs (► Kap. 1.1.8, S. 18) mit dazu. Das Bindegewebe eines Muskels besteht im Wesentlichen aus Fibroblasten und der Matrix. Diese setzt sich aus vielen kollagenen und wenigen elastischen Fasern, der Grundsubstanz (Proteoglykane und Glykosaminoglykane), nichtkollagenen Verbindungs- und Vernetzungsproteinen und Wasser zusammen. Das Bindegewebe erinnert vom Aussehen an weiße Spinnweben (van den Berg 1999). Es ist sehr dünn und erscheint dadurch leicht verletzlich. Durch das Vorhandensein großer Mengen an Bindegewebe wird es jedoch sehr stabil und kann somit den Muskelfasern einen guten mechanischen Schutz gewähren, sowohl bei Kontraktion (Anschwellen des Muskelbauchs) als auch bei Dehnung. Das Bindegewebe ermöglicht eine freie Verschiebbarkeit während des Kontraktionszyklus – sowohl der Muskelfasern und Muskelfaserbündel gegeneinander als auch des Muskels in Bezug zu seiner Umgebung – und verhindert somit einen Kraftverlust durch Herabsetzung der Reibung. Zudem überträgt es die Kontraktionskraft der Muskelfasern über die Sehne auf den Knochen und ermöglicht dadurch Bewegungen im Gelenk oder die Stabilisation einer Position. Das Bindegewebe, das direkt um die Basalmembran einer Muskelfaser liegt und die einzelnen Muskelfasern voneinander trennt, wird **Endomysium** genannt. Mehrere Muskelfasern werden

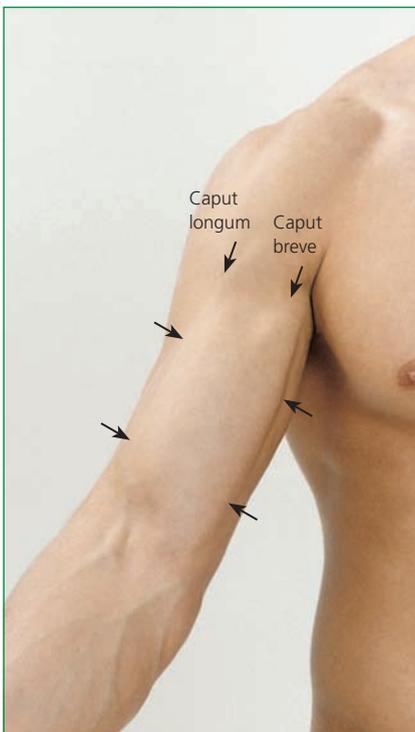
durch stärkere Bindegewebssepten, den **Perimysien**, zu Muskelfaserbündeln (Faszikel) zusammengefasst. Das **Epimysium**, eine Schicht mit lockerem Bindegewebe, fasst mehrere Muskelfaserbündel zusammen und umgibt somit jeden einzelnen anatomisch benannten Muskel. Die Bindegewebschichten stehen miteinander in Verbindung und sind reich an Nerven, Lymph- und Blutgefäßen. Das Bindegewebe des Muskelbauchs und die Basalmembran sind ebenfalls miteinander verbunden: einerseits durch retikuläre Fasern und andererseits durch Querbrückenverbindungen (Crosslinks) zwischen den kollagenen Fasern beider Schichten. Im Weiteren wird durch das Vorhandensein von nichtkollagenen Vernetzungsproteinen (z. B. Vinkulin, Talin, Alpha-Aktin, Integrin, Vitronektin, Laminin, Tenascin und Fibronektin) eine Verbindung des Bindegewebes durch die verschiedenen Membranen (Basalmembran und Sarkolemm) mit dem Muskelgewebe hergestellt (van den Berg 1999). An das Epimysium schließt sich die **Muskelfaszie (Einzelfaszie)** an, die den Muskel in seiner anatomischen Form hält und von seiner Umgebung abgrenzt. Häufig befindet sich zwischen dem Epimysium und der Faszie des Muskels Fettgewebe, das als Polster dient und eine Energiereserve darstellt. Die Faszie des Muskels steht wiederum in Kontakt mit der sogenannten Gruppenfaszie, die v. a. im Bereich der Extremitäten mehrere, meistens funktionell einheitliche Muskeln zusammenfasst (z. B. die Streckmuskeln am Oberarm).

✓ Memo

Die einzelnen Muskelfasern werden durch bindegewebige Septen, dem Endomysium, voneinander getrennt. Das Perimysium umgibt die Muskelfaserbündel (Faszikel), die durch das Epimysium zu einem Muskel zusammengefasst werden. Um das Epimysium liegt die Muskelfaszie. Die Gruppenfaszie umgibt mehrere Muskeln und fasst sie zu funktionellen Einheiten zusammen (z. B. die Gruppenfaszie der Beugemuskeln am Oberarm).

1.1.3 Durchblutung der quer gestreiften Muskulatur

Das gesamte Muskel- und Bindegewebe ist sehr gut durchblutet. Neben der großen Anzahl von Blutgefäßen spricht auch das Vorhandensein vieler vegetativer sympathischer Nervenfasern dafür. Eine gute Durchblutung gewährleistet eine optimale Versorgung des Muskels mit Sauerstoff. Außerdem ist sie eine Voraussetzung dafür, dass sich das Muskelgewebe nach einer Verletzung wieder schnell regenerieren kann. Sowohl die Gefäße als auch die Nerven (► Kap. 1.1.4)



M. biceps brachii

Ursprung Caput longum: Tuberculum supraglenoidale scapulae, Labrum glenoidale der Gelenkpfanne

Caput breve: Processus coracoideus, Lig. coracoacromiale

Ansatz Radiale Sehne: Tuberositas radii

Ulnare Sehne: Strahl als Aponeurosis M. bicipitis brachii (Lacertus fibrosus) in die Unterarmfaszie an der ulnaren Seite ein

Innervation N. musculocutaneus, C 5–C 6

Besonderheit

Die Sehne des Caput longum verläuft nahezu horizontal durch das Schultergelenk hindurch, biegt um den Humeruskopf um fast 90° herum und verläuft dann im Sulcus intertubercularis. Der Humeruskopf wird zum Hypomochlion für das Caput longum. Somit kann der Humeruskopf in der Pfanne stabilisiert werden.

Funktion	Synergisten	Antagonisten
Ellenbogenflexion (v. a. in Supinationsstellung)	<ul style="list-style-type: none"> M. brachialis M. brachioradialis M. pronator teres M. extensor carpi radialis longus M. flexor carpi ulnaris M. flexor carpi radialis M. palmaris longus M. extensor carpi radialis brevis 	<ul style="list-style-type: none"> M. triceps brachii
Unterarm-supination (v. a. bei 90° Flexion)	<ul style="list-style-type: none"> M. brachioradialis (aus der Pronations- in die Mittelstellung) M. extensor carpi radialis longus (bei gestrecktem Ellenbogen) 	<ul style="list-style-type: none"> M. pronator teres M. brachioradialis (aus der Supinations- in die Mittelstellung) M. flexor carpi radialis (bei gestrecktem Ellenbogen) M. extensor carpi radialis longus (bei gebeugtem Ellenbogen) M. palmaris longus
Schulterflexion (v. a. bei extendiertem Ellenbogen)	<ul style="list-style-type: none"> M. deltoideus, Pars clavicularis M. pectoralis major, Pars clavicularis M. coracobrachialis 	<ul style="list-style-type: none"> M. deltoideus, Pars spinalis M. latissimus dorsi M. teres major M. triceps, Caput longum <p>Aus elevierter Stellung in die Nullstellung: → M. coracobrachialis, S. 56</p>
Schulterinnenrotation	<ul style="list-style-type: none"> M. pectoralis major M. deltoideus, Pars clavicularis M. latissimus dorsi M. teres major 	<ul style="list-style-type: none"> M. infraspinatus M. teres minor M. deltoideus, Pars spinalis
Caput longum: Schulterabduktion (aus außenrotierter Stellung)	<ul style="list-style-type: none"> M. deltoideus, Pars acromialis M. deltoideus, Pars spinalis und Pars clavicularis (bei abduziertem Arm) M. infraspinatus (kranialer Anteil) 	<ul style="list-style-type: none"> M. pectoralis major M. latissimus dorsi M. teres major und minor M. coracobrachialis M. deltoideus, Pars spinalis und Pars clavicularis (bei adduziertem Arm) M. biceps, Caput breve M. infraspinatus (kaudaler Teil) M. triceps brachii, Caput longum (v. a. bei abduziertem Arm)

Fortsetzung der Tabelle von S. 58

Funktion	Synergisten	Antagonisten
Caput breve: Schulteradduktion	<ul style="list-style-type: none"> • M. pectoralis major • M. latissimus dorsi • M. teres major • M. teres minor • M. coracobrachialis • M. deltoideus, Pars spinalis und Pars clavicularis (bei adduziertem Arm) • M. infraspinatus (kaudaler Teil) • M. triceps brachii, Caput longum (v. a. bei abduziertem Arm) 	<ul style="list-style-type: none"> • M. deltoideus, Pars acromialis • M. deltoideus, Pars spinalis und Pars clavicularis (bei abduziertem Arm) • M. infraspinatus (kranialer Anteil) • M. biceps brachii, Caput longum
Caput breve: Anteversion aus der Seithalte	<ul style="list-style-type: none"> • M. pectoralis major • M. deltoideus, Pars clavicularis • M. coracobrachialis 	<ul style="list-style-type: none"> • M. deltoideus, Pars spinalis • M. infraspinatus • M. teres minor

Sportartspezifische Relevanz

Der Muskel wird bei allen Sportarten aktiviert, bei denen eine Flexion des Ellenbogens gefordert ist.

- Punctum fixum am Unterarm: Klettern, Turnen (Klimmzug), Stabhochsprung
- Punctum fixum am Oberarm: Boxen, Handball (Unterarmwürfe ohne Ausholbewegung)
- Kein Punctum fixum: Gewichtheben, Rudern, Kajak, Rodeln, Bogenschießen, Brust- und Rückenschwimmen
- Statische Arbeit: Sprint beim Radfahren

Als Supinator wird er bei allen Kampfsportarten (Ringern, Judo) sowie beim Fechten und beim Brustschwimmen benötigt. Beim Brustschwimmen, Turnen und Tennis ist er als Schulterflektor, beim Fechten als Schulterinnenrotator aktiv. Als Schulterabduktor wird das Caput longum in einer außenrotierten Armstellung aktiviert (Turmspringen, rhythmische Sportgymnastik), das Caput breve wird als Schulteradduktor beim Brustschwimmen benötigt. Außerdem führt er den Arm beim Diskuswerfen, Kugelstoßen und Tennis von der Seit- in die Vorhalte.

Sportart	Teilbewegung/ Teilhaltung	Funktion	Erscheinungsformen	Arbeitsweise
Klettern	Hochziehen und Halten	Ellenbogenflexion	Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch und statisch
Turnen	z. B. beim Reckturnen (Klimmzug)	Ellenbogenflexion	Schnellkraft, Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch
	z. B. an den Ringen (Hangwaage rücklings)	Schulterflexion	Schnellkraft, Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch und statisch
Stabhochsprung	Oberer Zugarm: Armeinsatz in der Absprungphase	Ellenbogenflexion	Schnellkraft	dynamisch konzentrisch
Gewichtheben	Zugphase	Ellenbogenflexion	Schnellkraft, Explosivkraft, Maximalkraft	dynamisch konzentrisch
Rudern	Zugphase	Ellenbogenflexion	Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch
Kajak	Anriss- und Zugphase	Ellenbogenflexion	Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch
Bogenschießen	Ausziehen der Sehne	Ellenbogenflexion	Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch
Schwimmen	Brustschwimmen, Zugphase	Ellenbogenflexion	Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch
Ringern, Judo	Grifffassungen	Unterarmsupination	Kraftausdauer	dynamisch konzentrisch und statisch
Tennis	Vorhand	Schulterflexion	Schnellkraft, Explosivkraft	dynamisch konzentrisch
	Vorhand	Anteversion aus der Seithalte	Schnellkraft, Explosivkraft	dynamisch konzentrisch

1.2 Glatte Muskulatur (Phillip Grant)

Kapitelaufbau und Inhalt

Das Kapitel beschreibt die wesentlichen Aspekte, die im Rahmen des Themas glatte Muskulatur von Bedeutung sind. Dabei stehen die folgenden Inhalte im Zentrum:

- Die glatte Muskulatur besteht aus spindelförmigen Einzelzellen.
- Sie bedarf in der Regel keiner willkürlichen Kontrolle.
- Sie bildet einen wichtigen Bestandteil der Wandungen muskulärer Hohlgänge.
- Im Gegensatz zur quer gestreiften Muskulatur sind die Myofilamente nicht organisiert angeordnet und bilden keine Sarkomere.
- Die glatte Muskulatur kann durch ein spezielles Training in Bezug auf ihre Arbeitsleistung, ihre Effektivität und ihre Effizienz verbessert werden.
- Die primären Steuerungselemente des Gehirns für die glatte Muskulatur sind die Schenkel des vegetativen Nervensystems.
- Die glatte Muskulatur ist ein entscheidender Bestandteil der Wandungen der Blut- und Lymphgefäße.
- Das Kontraktionsverhalten der Blutgefäße dient der Aufrechterhaltung eines gleichmäßigen Blutflusses.

1.2.1 Histologie

Im Gegensatz zur Skelettmuskulatur, die aus der vielkernigen Verschmelzung mehrerer Zellen besteht, ist die glatte Muskulatur in Form von einzelnen Zellen organisiert. Die Form der Zellen ist meist spindelförmig (fusiform), wobei sie in Einzelfällen auch andere Formen annehmen können (► Abb. 1.15). Die Zellen sind von einer proteinreichen Grenzschicht, der Basallamina, umgeben und haben einen einzelnen, mittel-

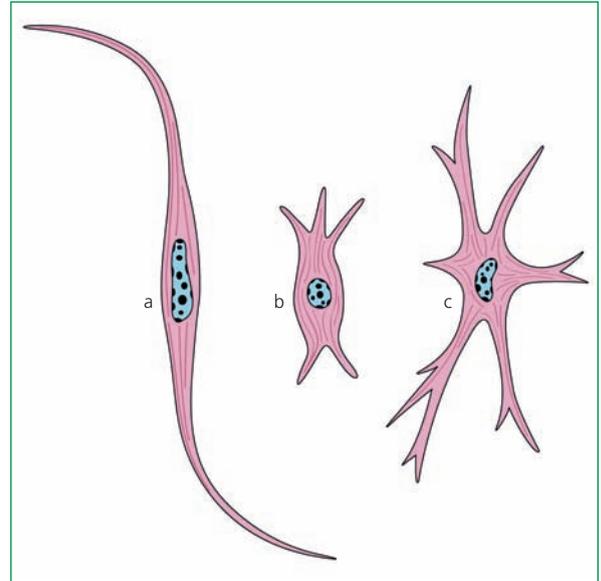


Abb. 1.15 Typische Formen glatter Muskulatur: (a) lang, spindelförmig (Darmwand), (b) kurz, zifelförmig verzweigt (Wand der Aorta), (c) sternförmig verzweigt (Endokard).

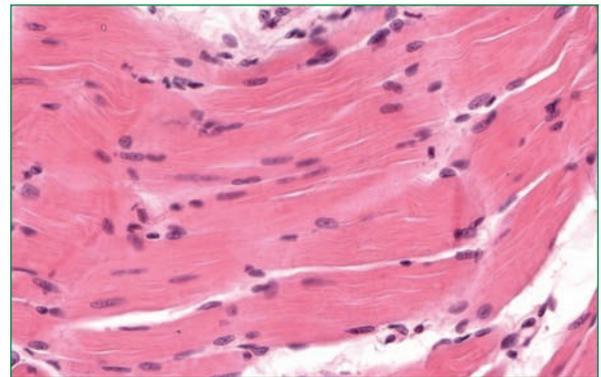


Abb. 1.16 Histologie der glatten Muskulatur: Glatte spindelförmige Muskelzellen mit jeweils einem solitären mittelständigen Zellkern; es sind keine Myofibrillen zu erkennen.

ständigen Kern. Im entspannten Zustand ist der Kern länglich, wohingegen er bei Kontraktion der Muskelzelle eine korkezieherähnliche Form annimmt. Bei klassischen histologischen Färbungen erscheint das Zytoplasma der glatten Muskulatur im Durchlichtmikroskop homogen (glatt). Es existieren keine Sarkomere, weshalb weder im Längs- noch im Querschnitt Myofibrillen erkennbar sind (► Abb. 1.16). Die für die Kontraktion der Zelle wichtigen Aktin- und Myosinfilamente sind stattdessen entweder an der Zellmembran (Anheftungsplaques) oder an sogenannten Verdichtungs-zonen im Zytoplasma verankert.

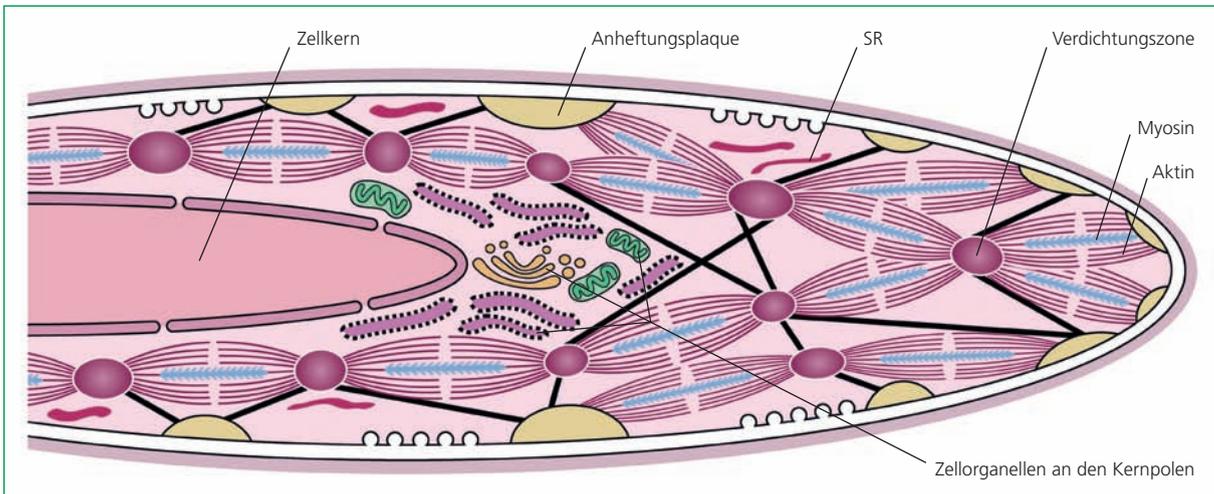


Abb. 1.17 Schemazeichnung der Ultrastruktur einer glatten Muskelzelle.

Der Zellkern der glatten Muskelzelle hat einen deutlichen Nukleolus (Kernkörperchen). Die meisten Zellorganellen liegen an den Kernpolen. Im Gegensatz zur Skelettmuskulatur verfügt die glatte Muskulatur nur über ein spärliches sarkoplasmatisches Retikulum (SR), weshalb sich ihr Kontraktionsverhalten erheblich von dem der Skelettmuskulatur unterscheidet (Welsch 2006).

1.2.2 Formen und Vorkommen der glatten Muskulatur

Glatte Muskelzellen zeichnen sich unter anderem durch ihre meist nicht willkürlich steuerbare Kontraktion aus. Der Aspekt der Willkürlichkeit bedarf in diesem Falle jedoch einiger Analysen, weshalb er im Kap. 1.2.4 nochmals aufgegriffen wird (► S. 128). Glatte Muskeln besitzen die Fähigkeit, sich unwillkürlich zu kontrahieren, weshalb sie also nicht einer bewussten Kontrolle bedürfen. Dementsprechend finden sie sich in ihrer Reinform in erster Linie an folgenden Orten im menschlichen Körper:

- Sie bilden einen wichtigen Bestandteil der Wandungen muskulärer Hohlorgane. Hierzu gehören v. a. alle Bestandteile des Verdauungssystems, des Urogenitaltraktes und der Atemwege.
- Das Verdauungssystem besteht im Wesentlichen aus dem Kopfdarm (Mundhöhle und Rachen) und dem Rumpfdarm (Speiseröhre, Magen und Darm) sowie angegliederten exokrinen Drüsen (Mundspeicheldrüsen, Bauchspeicheldrüse und Leber).
 - Die Drüsen weisen glatte Muskulatur v. a. in den Wandungen ihrer Ausführungsgänge auf. Das besondere am Ausführungsgang der Leber ist, dass er eine

Abzweigung und Ausweitung im Sinne eines Speicherbehältnisses hat. Dieses Behältnis ist die Gallenblase (Vesica biliaris).

- Im Rumpfdarm finden sich drei Schichten glatter Muskulatur. Die Muskulatur des Rumpfdarmes ist für die Peristaltik und die Bewegung der Darmzotten zuständig. An einigen Stellen ist die Ringmuskulatur besonders stark ausgeprägt und bildet Schließmuskeln, z. B. Pfortner [Pylorus], innerer Afterschließmuskel [M. sphincter ani internus].
- Der Kopfdarm hat im Gegensatz zum Rumpfdarm keine glatte Muskulatur, sondern Skelettmuskulatur.
- Ähnlich wie im Verdauungskanal bestehen die Wände der ableitenden Harnwege größtenteils aus drei Schichten glatter Muskulatur, wobei es sich bei genauerem Betrachten um eine spiralförmig verlaufende Schicht handelt.
- Sowohl die männlichen als auch die weiblichen Genitale bestehen zu einem wesentlichen Teil aus glatter Muskulatur.
- Luftröhre und Bronchien, wichtige Teile der oberen Atemwege bestehen aus glatter Muskulatur, über die eine Anpassung des Atemvolumens an die äußeren Umstände ermöglicht wird, indem der Durchmesser der luftleitenden Wege verändert wird.

Glatte Muskulatur ist ein entscheidender Bestandteil der Blut- und Lymphgefäße. Die Menge an glatten Muskelzellen ist hierbei meist proportional zum Gefäßkaliber, wobei bei vergleichbarem Kaliber Arterien mehr Muskelmasse aufweisen als Venen und Lymphgefäße. Mit zunehmender Verzweigung der Gefäße reduziert sich auch die absolute Muskelmasse, wobei Arteriolen den am Kaliber gemessen relativ höchsten Muskelanteil besitzen. Kapillaren hingegen weisen keine



Konzentrationscurls

Übungsvorbereitung

- Auf einer Bank sitzend werden die Beine etwa im rechten Winkel abgespreizt.
- Der Rücken ist gerade und der Oberkörper nach vorne geneigt.
- Ein Arm stützt sich auf dem gleichseitigen Bein ab.
- Der andere Arm hängt leicht gebeugt nach unten, wird am Ellenbogen durch das gleichseitige Bein gestützt und hält die Hantel.

Übungsausführung

- Der Arm wird aktiv so weit wie möglich im Ellenbogen gebeugt.
- Die Kurzhantel wird dabei bis zur Schulter geführt.
- Die Spannung halten und anschließend wieder kontrolliert und gleichmäßig absenken (nicht in die volle Streckung).

Variationen

- Die Griffhaltung kann variiert werden: von proniert bis supiniert und wechselnd.

Tipps

- Nur den Unterarm bewegen. Keine unterstützenden Bewegungen im Körper.
- Die Schultern sollten nicht nach oben gezogen werden.
- Das Handgelenk sollte bei der Übung gerade in der Verlängerung des Unterarms sein.
- Mit der Übung kann auch der M. brachioradialis trainiert werden.

Dips

Übungsvorbereitung

- Die Hände sind in einer neutralen Stellung und stützen auf den Griffen des Gerätes ab.
- Der Oberkörper ist aufrecht und die Arme leicht gebeugt.
- Die Beine sind in den Knien angewinkelt.

Übungsausführung

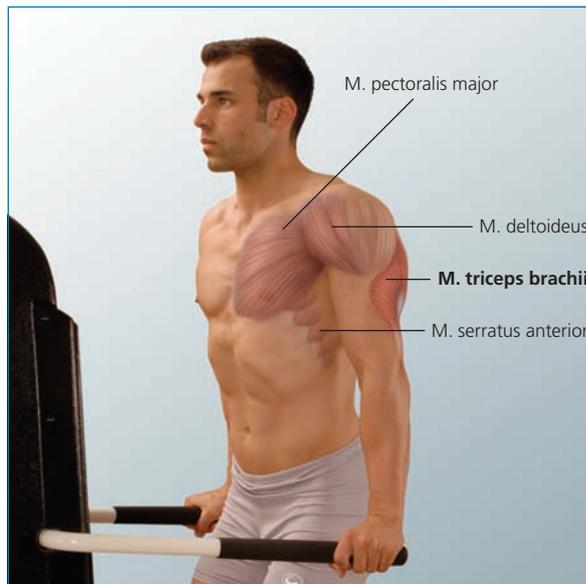
- Die Arme werden gebeugt, der Ellenbogen dicht am Körper nach hinten geführt.
- Der Körper senkt sich ab, bis ein leichter Dehnreiz spürbar ist (Schulter und Ellenbogen etwa auf gleicher Höhe).
- Anschließend wird der Körper wieder nach oben in die Ausgangsstellung gedrückt.

Variationen

- Einige Geräte erlauben zusätzliche oder unterstützende Gewichte bei dieser Übung.
- Bei einer veränderten Handstellung (Handrücken zeigen nach vorne) kann die Übung auch mit abgespreizten Ellenbogen durchgeführt werden.

Tipps

- Den Kopf nicht in den Nacken legen und den Rücken gerade lassen.
- Den Körper nicht zu tief absenken.
- Die Handgelenke sollten gerade bleiben und nicht abknicken.



✓ Memo

Dass Überlastungen, vor allem bei tonisch posturalen Muskeln, die überwiegend aus Typ-I-Fasern bestehen, zu Kontrakturen führen (Janda, 1997), wird mittlerweile sehr kritisch gesehen. Inwieweit Muskeln kontrakt werden, scheint nicht primär von der Zusammensetzung der Muskelfasern abhängig zu sein (Albrecht und Meyer 2005, Wiemann et al. 1998). Vielmehr ist die **Kontraktur** eines Muskels abhängig von seiner Beanspruchung. Somit neigen v. a. die angenäherten, monoton angesteuerten, einmalig übermäßig oder chronisch beanspruchten und immobilisierten Muskeln oder die Muskeln, die zum Schutz hyperten geschaltet sind, zu Kontrakturen.

3.6.5 Dehnmethoden

Es gibt eine kaum überschaubare Vielfalt an Dehnmethoden. Die unterschiedlichen Dehnmethoden gehen dabei aber im Wesentlichen auf drei Ursprünge zurück (Klee und Wiemann 2001, Klee 2003):

- Das **traditionelle Dehnen** (vor 1980, z. B. Harre 1975), das durch statisches wie auch dynamisches Dehnen mit maximalen Reizintensitäten und teilweise explosiven Bewegungsgeschwindigkeiten charakterisiert wird.
- Das aus Amerika kommende **sanfte Stretching** (Anderson 1980) lehnte das durch Schmerz gekennzeichnete, traditionelle Dehnen ab und propagierte eine Stretchingmethode, die sich durch statische Ausführung mit submaximaler Reizintensität auszeichnet.
- 1946–1951 entwickelte Kabat in Amerika die **Methode der propriozeptiven neuromuskulären Fazilitation (PNF)**, die durch Knott und Voss in den 50er und 60er Jahren verbreitet wurden. PNF wurde ursprünglich zur Bewegungsbahnung bei gelähmten Muskeln entwickelt und wird auch heute noch als solches im physiotherapeutischen Bereich eingesetzt. Erst durch Holt et al. (1970) und Tanigawa (1972) wurden bestimmte Techniken dieser Methode zum Dehnen von Muskeln verwendet.

Sölveborn (1983) kombinierte das sanfte Stretching mit PNF-Techniken zur Methode des *Anspannungs-Entspannungs-Stretchings* und verbreitete sie im deutschsprachigen Raum. In den folgenden Jahren entwickelte sich eine verwirrende Anzahl an Dehnungsmethoden mit unterschiedlichen, teils deutschen, teils englischen Bezeichnungen, die jedoch häufig gleiche Inhalte hatten. Durch diverse Kombinationen der ver-

schiedenen Ausführungsmodalitäten und Techniken wird der Überblick zusätzlich erschwert.

Grundsätzlich kann die Eigendehnung von der Fremddehnung abgegrenzt werden (Glück et al. 2002). Bei der **Eigendehnung** dehnt sich der Sportler bzw. Patient selbst, bei der **Fremddehnung** wird die entsprechende Technik durch einen Partner bzw. Therapeuten oder durch ein technisches Gerät (z. B. ein Schlingentisch oder eine Maschine) ausgeführt. Dabei ist die Effektivität der Eigendehnung (Verbesserung der Bewegungsreichweite, Reduktion der Dehnspannung und der Muskelaktivität) aufgrund der direkten sensomotorischen Handlungsregulation und der damit einhergehenden gesteigerten Reflexhemmung signifikant höher als die der Fremddehnung (Glück et al. 2002). Zusätzlich können **statisches und dynamisches Dehnen** voneinander unterschieden werden. Nachfolgend werden nun die fünf Dehnmethode aufgeführt, die einen hohen Bekanntheitsgrad haben und die sich in der Praxis weitgehend etabliert haben (► Abb. 3.31). Sie können jeweils sowohl in Eigendehnung als auch in Fremddehnung durchgeführt werden.

Dynamisches Dehnen (ballistisches Dehnen, intermittierendes Dehnen)

Dynamisches Dehnen (DD) zeichnet sich dadurch aus, dass am Bewegungsende wiederholt kleine, rhythmische Bewegungen durchgeführt werden. Die rhythmischen Bewegungen beinhalten ein wippendes Nachfedern, das weder ruckhaft, noch zerrend durchgeführt wird. Mit dem Aufkommen der *Stretchingwelle* wurde das dynamische Dehnen zunehmend kritisiert und als sogenannte Zerrgymnastik (Sölveborn 1982) verpönt. Der Vorwurf, dass beim dynamischen Training durch Auslösung des Muskelspindelreflexes die Effektivität des Dehnens aufgehoben wird und Verletzungen provoziert werden, konnte wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden (Hoster 1987). Ihre Rehabilitation erfuhr diese Methode durch Analysen der wissenschaftlichen Literatur und empirischen Untersuchungen, u. a. von Wydra et al. (1991) und Wiemann (1993), die feststellen konnten, dass die Bewegungszunahme durch dynamisches Dehnen, wie durch statisches Dehnen, entweder gleich stark (Wiemann 1993) bzw. durch dynamisches Dehnen sogar signifikant höher war (Wydra et al. 1991). Liegen jedoch strukturelle Verkürzungen vor, so ist der auf das Bindegewebe einwirkende Dehnungsreiz wahrscheinlich nicht lang genug, um Adaptation auszulösen (Lindel 2006). Ob durch dynamisches Dehnen eine Kräftigung der Antagonisten (des zu dehnenden Muskels) stattfindet (Weineck 2007) ist fraglich, in allen Fällen wird jedoch die intermuskuläre Koordination (Lindel 2006) trainiert und die Durchblutung sowie die Muskeltemperatur gesteigert. Somit ist das dynamische Dehnen v. a. zum Aufwärmen im Training und Wettkampf, insbesondere bei

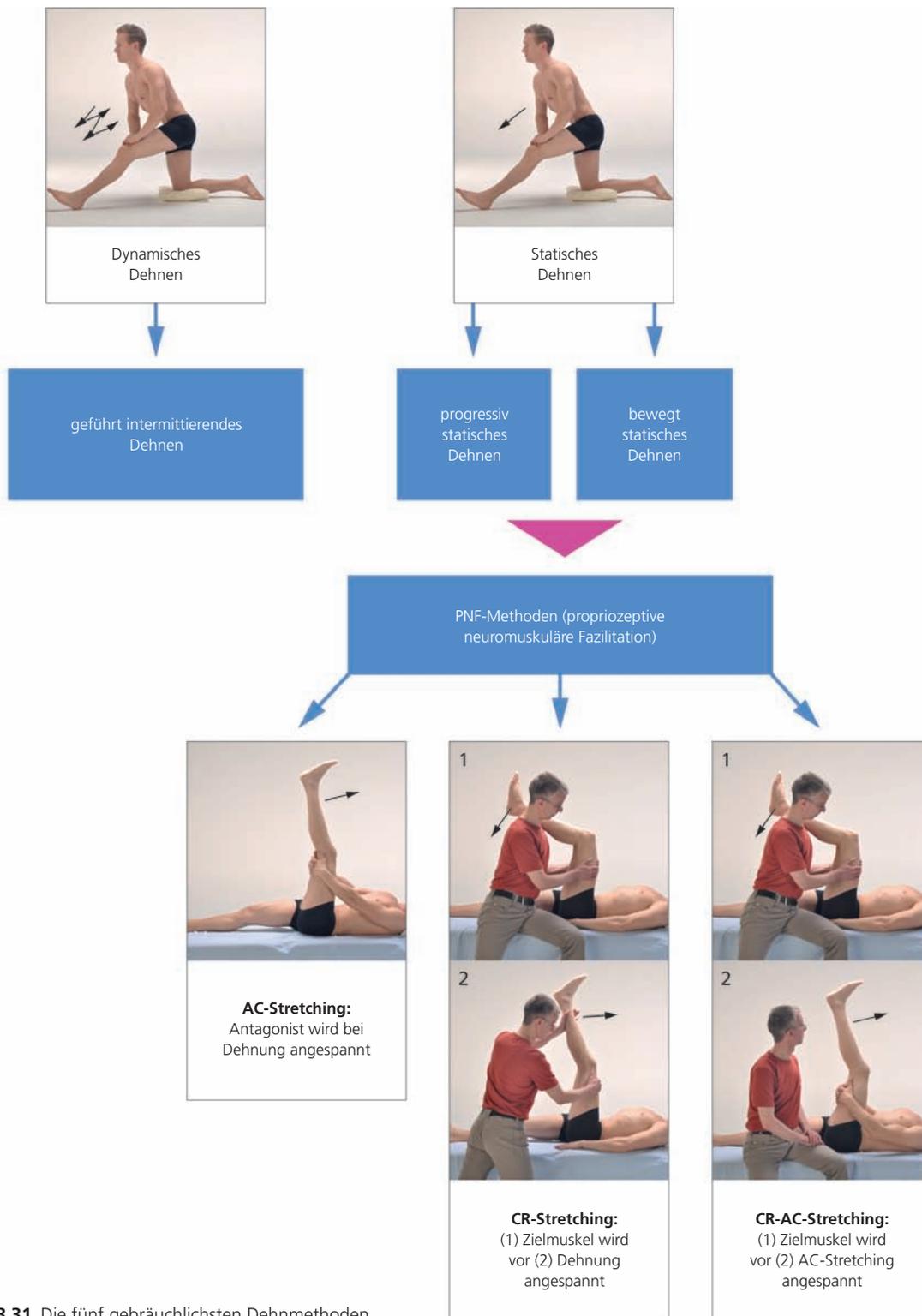


Abb. 3.31 Die fünf gebräuchlichsten Dehnmethoden

Tab. 4.2 Bestandteile eines Tapeverbands

Bild	Bezeichnung	Funktion
	Anker(streifen) <ul style="list-style-type: none"> • klassisches unelastisches Tape 	<ul style="list-style-type: none"> • Basis des funktionellen Verbands • dienen zur Fixierung der weiteren Zügel des Tapeverbands und liegen meist distal und proximal der zu tapenden Struktur • zirkulär oder semizirkulär faltenfrei anlegen, ohne das Gewebe zu komprimieren; gut anmodellieren
	Zügel <ul style="list-style-type: none"> • klassisches unelastisches Tape • Kombination mit elastischem Tape möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • in Anlehnung an die anatomischen Gegebenheiten der betroffenen Struktur und die Indikation anzulegendes, wichtigstes Element des funktionellen Tapeverbands • die Zügel bewirken die gewünschten Funktionen (Schutz, Stabilität, Gelenkbeweglichkeit)
	Fixierzügel <ul style="list-style-type: none"> • klassisches unelastisches Tape 	<ul style="list-style-type: none"> • nochmalige, meist semizirkuläre und quer verlaufende Befestigung und Sicherung der Zügel
	Verschalungszügel <ul style="list-style-type: none"> • klassisches unelastisches Tape 	<ul style="list-style-type: none"> • zum kompletten Verschluss (Verschalung) des funktionellen Verbands und als nochmaliger fester Halt der Zügel • meist semizirkulär
	Basistour <ul style="list-style-type: none"> • elastische, ggf. selbstklebende Binden 	<ul style="list-style-type: none"> • zum äußeren Schutz des funktionellen Verbands und als Kompressionsverband
	Polsterung	<ul style="list-style-type: none"> • sorgt für eine gleichmäßigere Druckverteilung an Körpervertiefungen bzw. -prominenzen (z. B. Innen- und Außenknöchel)
	Unterzug <ul style="list-style-type: none"> • mehr oder weniger elastische, ggf. selbstklebende Binden 	<ul style="list-style-type: none"> • Fixierung der Polsterung • verhindert den direkten Hautkontakt bei empfindlicher Haut oder allergischer Reaktion (Hautschutz) • kann auch eine komprimierende Funktion haben
	Sicherungsstreifen <ul style="list-style-type: none"> • klassisches unelastisches Tape oder Pflasterstreifen 	<ul style="list-style-type: none"> • zusätzlicher Schutz des bereits fertig angelegten funktionellen Verbands an mechanisch besonders belasteten Arealen (z. B. Ferse oder Knie)

Festlegung der Ausgangsstellung der zu tapenden Struktur:

- in der Regel wird die betroffene Struktur in der Neutralstellung getapt

Information und Instruktion des Patienten:

- Sinn des Tapeverbands und des Behandlungskonzepts
- Pflege und Belastbarkeit des Tapeverbands
- Verhaltensregeln bei Komplikationen

Einen Überblick über die Bezeichnung der verschiedenen Abschnitte des Tapeverbands, der verschiedenen verwendeten Verbands- und Hilfsmittel und deren jeweilige Funktion gibt Tabelle 4.2.

Fingertape

Daumensverband

Der Daumensverband hat eine Stabilisierung des Daumensattel- und -grundgelenks über eine Bewegungseinschränkung zum Ziel.

Indikation:

- Distorsionen, Kontusionen oder Überlastungsreaktionen
- Läsion des Daumenseitenbandes oder der Kapsel
- Hyperextensionstrauma (Skidaumen)



Abb. 4.1 Der erste Therapiezügel dient gleichzeitig als Anker. Er läuft, von der Daumenseite der Handinnenfläche beginnend, über die Kleinfingerseite der Hand. Über den Handrücken kommend umschließt er das Daumensattelgelenk und läuft wieder zur Handinnenfläche zurück



Abb. 4.2 Der zweite Therapiezügel läuft, von der Daumenseite des Handrückens beginnend, über die Kleinfingerseite der Hand. Über der Handinnenfläche kommend umschließt er das Daumensattelgelenk und läuft wieder zum Handrücken zurück



Abb. 4.3 Der distale Anker wird zirkulär um die Endphalanx des Daumens gelegt. Verwendet wird 2 cm breites Tape, der Daumnagel bleibt frei



Abb. 4.4 Der dritte Therapiezügel verläuft, vom distalen Anker kommend, über die Handinnenfläche zum Hypothenar. Über den Handrücken verlaufend umschließt er das Daumengrundgelenk und läuft zum distalen Anker hin aus

Muskelanlage ischiokrurale Muskulatur

Indikation:

- muskuläre Probleme der ischiokruralen Muskulatur



Abb. 4.64 Basis auf Ursprung der ischiokruralen Muskulatur. Abmessen der Tapelänge. Der Patient befindet sich in Vordehnung der ischiokruralen Muskulatur (Knie gestreckt, Oberkörper über Bank gelegt)



Abb. 4.65 Muskeltechnik im Verlauf der ischiokruralen Muskulatur bis zur Innenseite des Kniegelenks



Abb. 4.66 Variationsmöglichkeit: Der Tapestreifen wird oberhalb der Kniekehle mittig geteilt. Ein Schenkel verläuft nach innen, der andere an die Außenseite des Kniegelenks

Muskelanlage M. deltoideus

Indikation:

- Impingement-Syndrom
- Schulterarthrose
- muskuläre Probleme des M. deltoideus



Abb. 4.67 Basis auf Ansatz des M. deltoideus. Zum Verkleben des hinteren Schenkels (Muskeltechnik) wird der Arm in horizontaler Adduktion auf der anderen Schulter abgelegt



Abb. 4.68 Zum Verkleben des vorderen Schenkels wird der Arm im Schürzengriff hinter dem Rücken gelagert. Am oberen Ende laufen die Schenkel wieder aufeinander zu

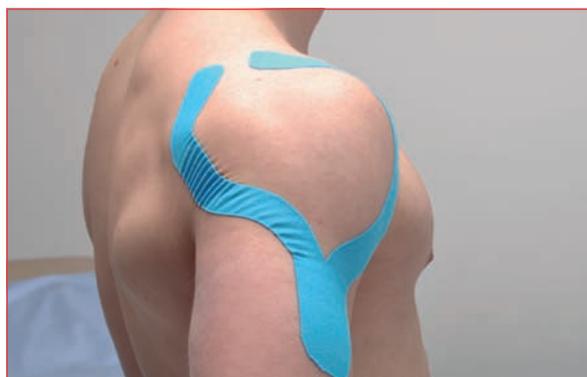


Abb. 4.69 a + b Deutliche Faltenbildung der Haut (Convolutions) im vorderen und hinteren Schenkel bei Bewegung des Arms

Knetungen

Im Rahmen der Sportmassage kommen Muskelknetungen sehr häufig zum Einsatz, sie sind sehr tiefenwirksam und beeinflussen den gesamten Muskel. Im Bereich der Haut können sie als Mobilisationstechnik bei subkutanen Verklebungen angewendet werden.

Wirkung

Knetungen wirken auf die Muskelspindeln und Golgi-Sehnenorgane. Sie werden durch die tiefe Behandlung angeregt, was eine direkte Wirkung auf den Muskeltonus und die Durchblutung hat. Außerdem wird die Mobilität des Muskels verbessert, da vorhandene Cross-links gelöst werden können. Die Ziele sind:

- Detonisierung der Muskulatur
- Durchblutungsförderung
- Verbesserung der Beweglichkeit
- Förderung der Regeneration

Durchführung

Knetungen können an kleinen und großen Muskeln durchgeführt werden. Bei großen Muskeln wird der Muskelbauch flächig mit der Hand umfasst und in weichen, rhythmischen Bewegungen quer zu seinem Faserverlauf bewegt. Mit dem Handballen der Gegenhand wird eine flächige Gegenbewegung der Muskulatur vorgenommen, wodurch der Muskel „durchgeknetet“ wird.

Bei kleinen Muskeln wird die Knetung mit den Fingerspitzen durchgeführt. Alternativ kann die Knetung auch in Längsrichtung der Muskulatur erfolgen.

Neben dieser Technik können auch flächige Knetungen zum Einsatz kommen, wenn ein festes Widerlager existiert, z. B. bei der Rückenmuskulatur.

Querknetungen



Abb. 4.91 u. 4.92 Querknetungen eignen sich besonders gut bei langer Muskulatur. Die Hände werden flächig auf die Muskulatur gelegt und der Muskelbauch umgriffen. Dabei drückt der Daumenballen die Muskelfasern sanft gegen die Palmarseite der gebeugten Finger. Der Daumenballen drückt den Muskelbauch quer zu seinem Verlauf, die andere Hand zieht den Muskelbauch in die Gegenrichtung. Diese wechselseitige Bewegung wird nun sanft rhythmisch im Bereich des gesamten Muskels durchgeführt. Durch eine leichte Pro- und Supinationsbewegung findet eine deutlichere Dehnung des Muskels statt, was die Effektivität erhöht

Flächige Knetungen



Abb. 4.93 u. 4.94 Flächige Knetungen werden in der Regel mit der Handwurzel ausgeführt. Diese Technik eignet sich besonders bei flächigen Muskeln, die eine knöchernen Unterlage bieten (z. B. Rückenmuskulatur). Hierzu wird die Handwurzel flächig auf die zu behandelnde Muskulatur gelegt und mit der anderen Hand stabilisiert. Es werden nun ein leichter Druck auf den Muskel und ein Schub quer zum Faserverlauf ausgeübt. Unter dem leichten Druck wird eine kleine Rotations- oder Pronationsbewegung im Unterarm durchgeführt. Die Bewegung gleicht der Bewegung des Teigknetens. Die Schubphase wechselt sich mit einer Entspannungsphase ab, sodass ein angenehmer Massagerhythmus entsteht

Durchführung im Training, im Wettkampf oder in der Regenerationsphase

Knetungen eignen sich für alle Trainingsphasen (Training, Wettkampf, Regeneration), sowohl bei Ausdauer wie auch bei Schnellkraftsportarten. Je nach Geschwindigkeit und

Intensität können unterschiedliche Wirkungen erzielt werden (tonussenkend bzw. -steigernd).

Querknetung der Wadenmuskulatur



Abb. 4.95 u. 4.96 Um die Wadenmuskulatur quer zu kneten, wird die Muskulatur mit flächigem Griff umfasst. Die Muskulatur wird nun sanft und rhythmisch zwischen dem Daumenballen der einen und den Fingern der Gegenhand, quer zu ihrem Faserverlauf, geknetet. Dann erfolgt die Gegenbewegung der Hände, sodass eine rhythmische, sanfte Querdehnung der Muskulatur entsteht