

2.3

Diaphragma abdominale (Zwerchfell)

2.3.1 Diaphragma abdominale

Anatomie

► Abb. 2.13, ► Abb. 2.14

- wie eine Kuppel zwischen Bauch- und Brustraum aufgehängt
- bei maximaler Ausatmung liegt die Zwerchfellkuppel auf Höhe der 4. Rippe, bei maximaler Einatmung auf Höhe der 7. Rippe
- die rechte Zwerchfellkuppel steht wegen der Größe der Leber ca. 1–2 cm höher als die linke
- Hiatus aorticus: Sehnenbogen (Lig. arcuatum medianum) mit rechtem (L1–L3) und linkem Crus des Diaphragmas (L2–L3)
- Psoasarkade: Sehnenbogen (Lig. arcuatum mediale) von L2 bis zum Rippenfortsatz L2
- Quadratusarkade: Sehnenbogen (Lig. arcuatum laterale) vom Rippenfortsatz L2 bis zur Spitze der 12. Rippe
- die sympathische Versorgung für Zirkulation und Grundtonus erfolgt aus den Segmenten Th 1–Th 6
- arterielle Versorgung über die Aa. phrenicae superior und inferior, die auf Höhe des Hiatus aorticus direkt aus der Aorta austreten (► Abb. 2.1)
- die Vv. phrenicae inferiores münden direkt in die V. cava inferior, die Vv. phrenicae superiores in die V. hemiazygos ascendens
- **Ursprung:**
 - Pars costalis: Unterrand des Rippenbogens, Innenfläche der 7.–12. Rippe
 - Pars lumbalis (Crus dextrum und Crus sinistrum):
 - mediale Teile: LWK 1–3, 2. und 3. Zwischenwirbelscheibe, Lig. longitudinale anterius
 - laterale Teile: Sehnenbogen der Psoasarkade (Lig. arcuatum mediale) vom 2. LWK zum dazugehörigen Rippenfortsatz; Sehnenbogen der Quadratusarkade (Lig. arcuatum laterale) vom Rippenfortsatz des 2. LWK zur Spitze der 12. Rippe
 - Pars sternalis: Hinterfläche des Proc. xiphoideus sterni
- **Ansatz:** Centrum tendineum
- **Funktion:**
 - wichtigster Inspirationsmuskel (Zwerchfell- bzw. Bauchatmung)
 - Mitwirkung bei der Bauchpresse
 - erleichtert venös-lymphatischen Rückfluss
 - räumliche Trennung zwischen Bauch- und Brustraum
- **Innervation:** N. phrenicus aus dem Plexus cervicalis (C3–C5)

Myofasziale Wirkungsketten

Die Arkaden sind Verstärkungen der Muskelfaszien des M. quadratus lumborum und M. psoas major. Sie bilden damit einen Funktionszusammenhang, der sich im Verlauf

der tiefen Frontallinie widerspiegelt. Diese myofasziale Wirkungskette unterstützt die Haltungsstabilität und hat Stützfunktion. Insbesondere das Diaphragma abdominale kann durch Erhöhung des Drucks im Bauchraum in Verbindung mit der Kontraktion der Bauchmuskeln die Wirbelsäule stabilisieren und die Fascia thoracolumbalis funktionell im Sinne der Körperstabilität unter Spannung setzen.

Osteopathische Korrespondenzen

Es bestehen vielfältige Korrespondenzen, da das Diaphragma abdominale zur Zentralsehne gehört. Ferner gibt es Verbindungen zu den in direkter anatomischer Nähe liegenden Strukturen:

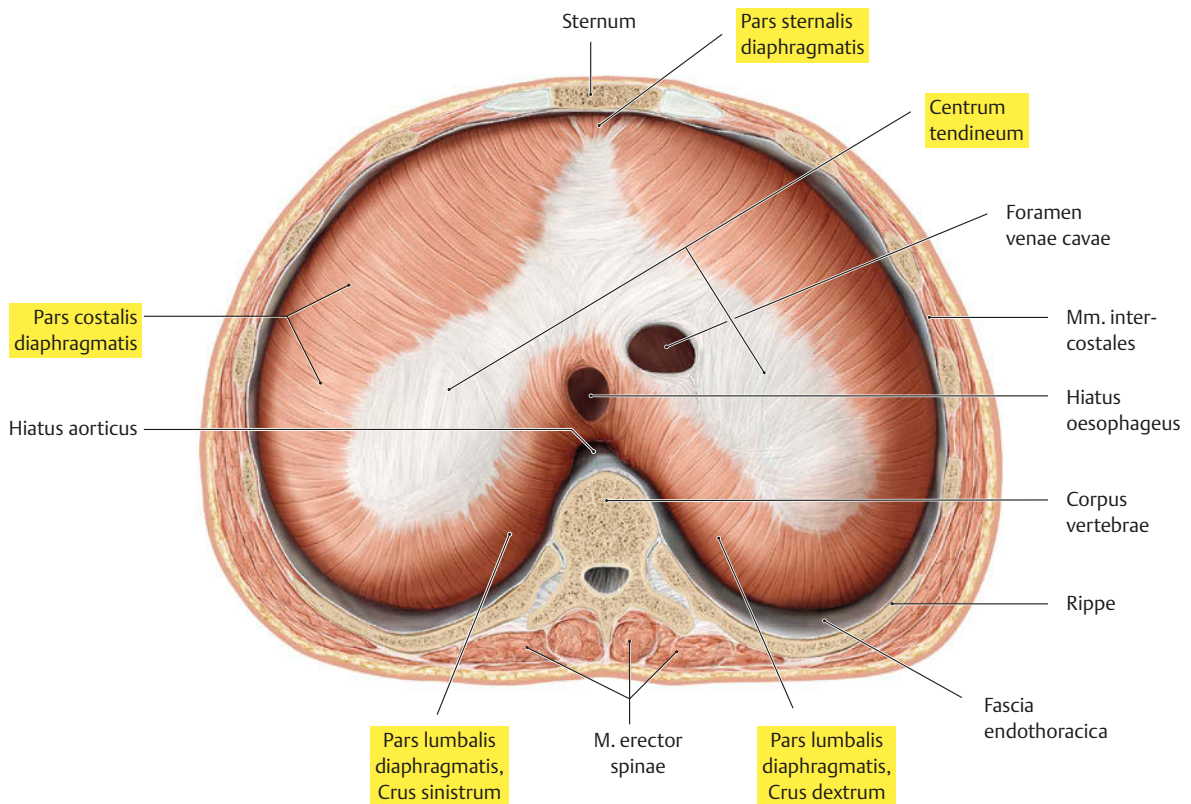
- Mediastinum, Herz, Perikard (Lig. phrenicopericardiacum), Lunge (Pleura parietalis, Fascia endothoracica, Fascia phrenicopleuralis), 7.–12. Rippe
- Duodenum, Treitz-Muskel (rechtes Crus, L1/L2)
- Leber (Lig. falciforme hepatis, Lig. coronarium, Lig. triangulare sinistrum/dextrum), Milz
- Ösophagus, Magen (Lig. gastrophrenicum)
- Kolon (Lig. phrenicocolicum sinistrum/dextrum)
- Nieren (Fascia renalis, Fascia retrorenalis)
- Peritoneum parietale und viscerale

Die Nn. phrenici verzweigen sich ober- und unterhalb des Zwerchfells in viele Einzeläste (Kap. 5.3.3). Es sollen auch Äste zum naheliegenden Peritoneum parietale verlaufen. Darüber hinaus bestehen direkte Verbindungen über die Nervenäste von den Nn. splanchnici majores zur Pars lumbalis des Diaphragmas. Ebenso sollen in zahlreichen Fällen Nervenfasern des Plexus coeliacus mit der rechten A. phrenica inferior zum Zwerchfell laufen. Demzufolge gibt es ein komplexes Verbindungsnetz zwischen den neurovegetativen Verbindungen der Thorax- und Oberbauchorgane mit dem Zwerchfell.

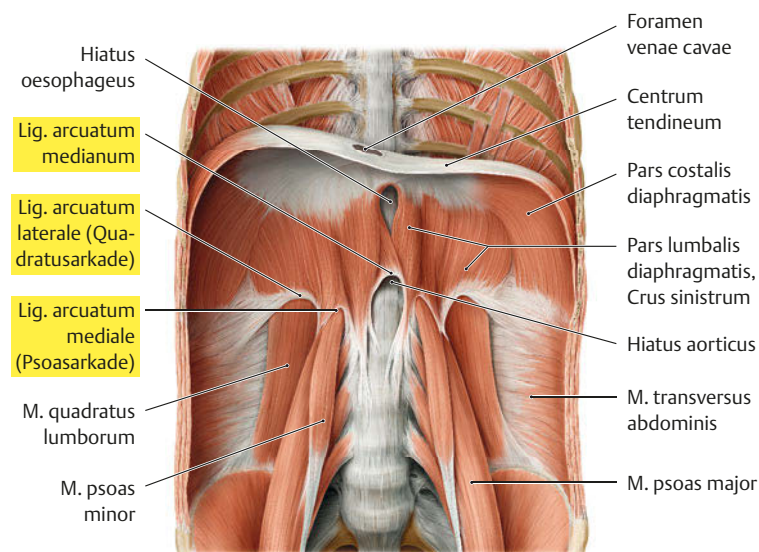
Interessant wegen ihres systemischen Bezugs sind insbesondere die ligamentären Anheftungen im Lendenteil (Pars lumbalis) des Diaphragmas, die unterschiedliche Arkaden bilden (Kap. 2.3.2; ► Abb. 2.13, ► Abb. 2.14). Auch der M. transversus abdominis steht über die gemeinsame Insertion von der Pars costalis des Diaphragmas an der Innenfläche der unteren Rippen im funktionellen Zusammenhang mit dem Diaphragma (Bauchpresse, Rumpfstabilität) (Kap. 2.3.3, Kap. 2.7.1).

Behandlungshinweise

Aus Sicht der osteopathischen Diagnostik und Behandlung ist daran zu denken, dass z.B. Adhäsionen die Organbewegungen stören können und Afferenzen über die Nn. phrenici zu einem fasziierten Segment im Bereich C3–C5 oder auch Th 1–Th 6 führen können. Besonders bei therapieresistenten Dysfunktionen in den HWS-Segmenten C3–C5 ist an diese Verbindung zu denken. Nicht selten können auch Symptome in den zugehörigen Dermatomen, Myotomen, Sklerotomen und Viszerotomen auftreten.



► **Abb. 2.13** Zwerchfell (Ansicht von kranial). Es verschließt muskulär die untere Thoraxapertur. (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012)



► **Abb. 2.14** Zwerchfell (Ansicht von ventral). (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012)

2.3.2 Zwerchfellöffnungen, -lücken und durchtretende Strukturen

Anatomie

► Abb. 2.15, ► Abb. 2.16, ► Abb. 2.17

• **Hiatus aorticus:**

- Durchtritt von Aorta (Pars descendens) und Ductus thoracicus
- vom Lig. arcuatum medianum begrenzt
- liegt weit dorsal, paramedian links auf Höhe von Th 12

• **Hiatus oesophageus:**

- Durchtritt von Ösophagus, Trunci vagales anterior und posterior
- die Speiseröhre ist durch ihre fasziale Einbindung im Bereich des Hiatus oesophagus elastisch fixiert (trichterförmig über Fascia supra- und subdiaphragmatica)
- sie wird von den Muskelfasern des Zwerchfells umschlossen, die aus den Crura entstammen; diese beiden medial liegenden Muskelfaserzüge überkreuzen sich vorher und wirken wie eine Schlinge
- die Zwerchfellbewegung verengt in der Einatmungsphase diese physiologische Engpassstelle des Ösophagus und führt gleichzeitig dazu, dass die Speiseröhre gestreckt wird

• **Foramen venae cavae:**

- Durchtritt von V. cava inferior und R. phrenicoabdominalis des rechten N. phrenicus
- Foramenrand ist fest mit der Gefäßwand der V. cava inferior verwachsen, um das Lumen der Vene jeder Zeit offen zu halten

• **Trigonum sternocostale:**

- Durchtritt von A. und V. thoracica interna, A. und V. epigastrica superior
- Bereich zwischen den Muskelfasern der Pars sternalis und Pars costalis, der durch die Zwerchfellfaszien und Fasern des M. transversus abdominis bedeckt ist

• **Trigonum lumbocostale:** (Dreieck von Grynfeld, Bochdalek-Dreieck):

- Bereich zwischen Pars lumbalis und Pars costalis
- bindegewebig verschlossen

• **Spalten zwischen Crus mediale und Crus laterale:**

- Durchtritt des Truncus sympathicus
- lateral von Th 12/L 1

• **Spalten im Crus mediale:**

- Durchtritt von V. azygos, V. hemiazygos, Nn. splanchnici

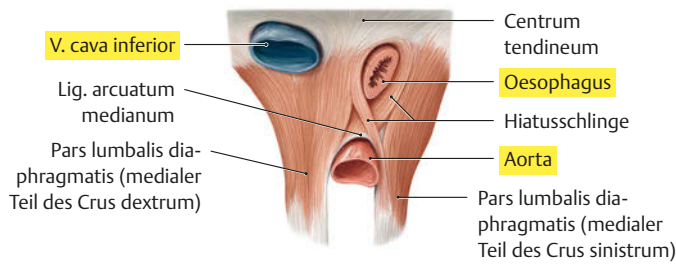
Myofasziale Wirkungsketten

Neben der tiefen Frontallinie ist das Diaphragma abdominale ein wichtiger Bestandteil der Zentralsehne. Nach kranial steht damit es in Verbindung mit den intrakraniellen Membranen. Die fasziale Kontinuität erfolgt über Mediastinum, Halsfaszien, Mandibula, Os hyoideum und Kehlkopf zur Synchondrosis sphenobasilaris.

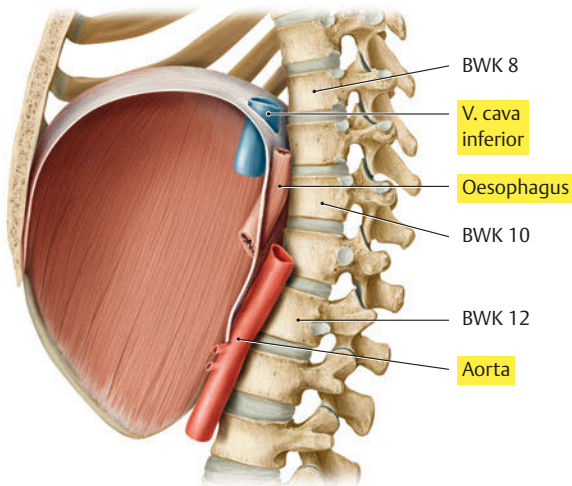
Nach kaudal reicht die Zentralsehne bis zur Fußinnen-seite. Über Peritoneum, Fascia iliaca, Beckenboden- und Adduktorenfaszien kann die Mobilität des Diaphragma abdominale einen weitreichenden Einfluss auf die Region des Beckens und der unteren Extremität haben (Kap. 2.3.3).

Osteopathische Korrespondenzen und Behandlungshinweise

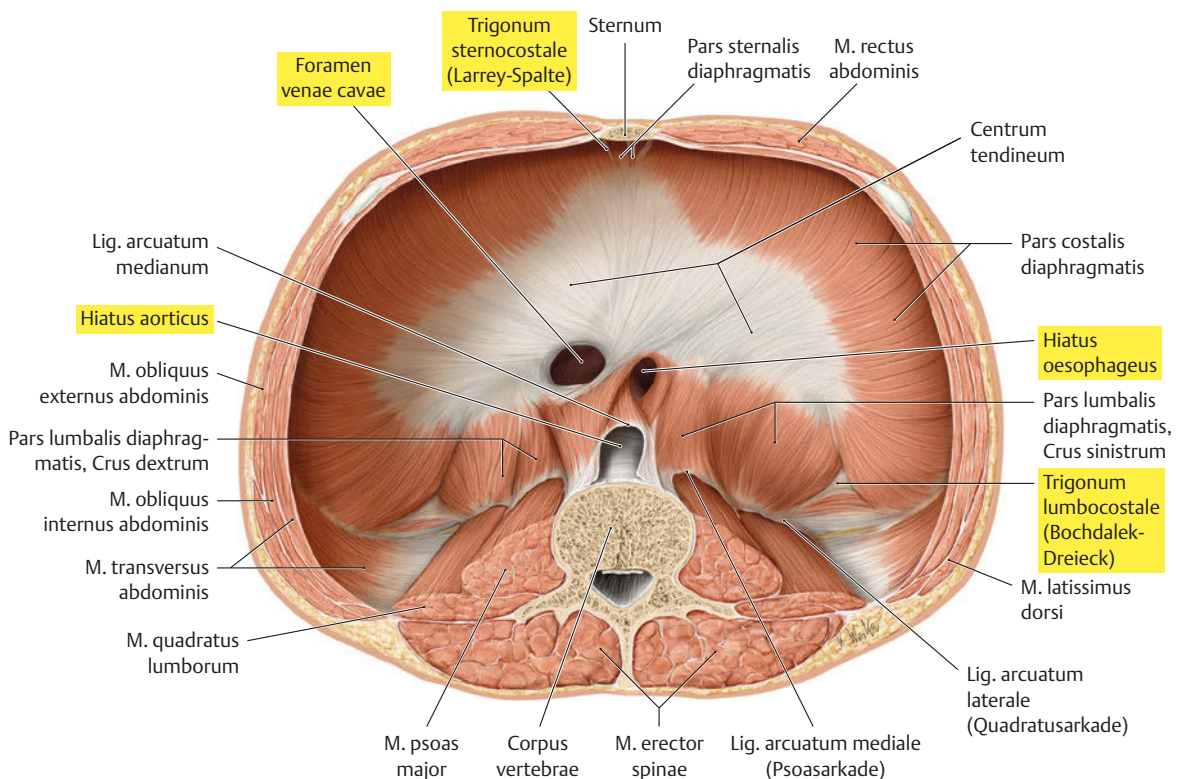
- **Hiatus aorticus:** Osteopathische Dysfunktionen, die das Lig. arcuatum unter Spannung setzen (z.B. erhöhter Zug über die Muskelfaserzüge des Zwerchfells im Bereich der Pars lumbalis), können den Lymphfluss im Ductus thoracicus beeinträchtigen und dadurch die Drainage der Körperregionen unterhalb des Zwerchfells. Bei Ödemen in den unteren Extremitäten, der Becken- und Bauchregion sind zirkulatorische Techniken, wie z.B. das Grand manœuvre, und Diaphragmatechniken hilfreich (Kontraindikationen müssen ausgeschlossen sein).
- **Hiatus oesophageus:** Unphysiologische Spannungen in den Muskelfaserzügen können ggf. die Gleitbewegung der Speiseröhre im Hiatus beeinträchtigen. Mobilisierende und detonisierende Techniken für das Zwerchfell können daher hilfreich sein. Osteopathische Dysfunktionen im Bereich Th 12–L2 sind ebenfalls zu prüfen.
- **Foramen venae cavae:** Eine störungsfreie Bewegung des Diaphragma abdominale unterstützt den venösen Rückfluss.
- **Trigonum sternocostale:** Adhäsionen in diesem Bereich können die Zirkulation beeinträchtigen.
- **Trigonum lumbocostale:** Hier besteht die Möglichkeit, die Niere von dorsal über das Nierenlager zu behandeln.
- Das Diaphragma abdominale bildet zusammen mit den Bauchmuskeln und dem Beckenboden die parietale Umfassung der Bauchorgane. Bei der Einatmung erhöht sich der intraabdominale Druck auf die Bauchorgane und der venös-lymphatische Rückfluss verstärkt sich in Richtung Thorax.



► **Abb. 2.15** Durchtrittsöffnungen in der Projektion auf die BWS (Ansicht von links). (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012)



► **Abb. 2.16** Pars lumbalis und Teil des Centrum tendineum (Ansicht von ventral). (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012)



► **Abb. 2.17** Zwerchfellöffnungen und -lücken (Ansicht von kaudal). (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Innere Organe. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2012)

2.3.3 Atembewegung

Physiologie

Zum Atemvolumen leistet das Zwerchfell einen wesentlichen Beitrag. Die Kapazität der Einatmung ergibt sich aus dem Druck- und Volumenverhältnis von Brust- und Bauchhöhle. Genau diese beiden Höhlen trennt das Diaphragma abdominale. Durch seine Kontraktionskraft erhöht es den Druck im Abdomen (das Diaphragma pelvis/urogenitale bietet hier den kaudalen Widerstand) und vergrößert gleichzeitig das Volumen im Thorax. Die Kuppeln des Zwerchfells gleiten durch die Kontraktion der Muskelfasern dabei nach kaudal und flachen sich ab.

Der Brustkorb funktioniert als Einheit bei der Atembewegung. Bei der Einatmung (Inspiration) vergrößern sich der sagittale, transversale und longitudinale Durchmesser des Brustkorbs (► Abb. 2.18). Bei der Ausatmung (Expiration) reduzieren sich die Durchmesser entsprechend.

Myofasziale Wirkungsketten

Zwerchfellbewegung und Atmung bedingen sich gegenseitig. Die komplexe Einbindung des Diaphragma abdominale in die Zentralsehne und tiefe Frontallinie kann für die Körperstatik Konsequenzen haben. Parietale Dysfunktionen im Bereich des Thorax, z.B. Rippengelenkblockaden, können die Bewegung des Zwerchfells ebenso beeinflussen wie die Körperstatik z.B. bei einer starken BWS-Kyphose (Kap. 2.4.14, Kap. 2.4.7). Umgekehrt können Dysfunktionen des Zwerchfells, z.B. aufgrund einer verminderten Elastizität oder von dysfunktionalen Adhäsionen im Bereich der Nachbarorgane (Herz, Lunge, Leber, Gallenblase, Magen, Duodenum, Milz, Nieren, Kolon), das Gleichgewicht der Körperstatik negativ beeinflussen und weitreichenden Einfluss auf die OAA und das Krania haben (Kap. 2.4.7, Kap. 2.4.10). Über vielfältige faszielle Verbindungen können von einer dysfunktionalen Bewegung des Zwerchfells auch Organe des Beckens betroffen sein, z.B. die Harnblase. Die Bogensehne, die der Gegenspieler zu den Rückenfaszien ist, korrespondiert über Lig. coronarium, Lig. falciforme, Lig. teres hepatis, Umbilicus und Plica umbilicalis mediana zwischen Apex der Harnblase und dem Zwerchfell.

Nach kranial ist über die Zentralsehne, Bogensehne und tiefe Frontallinie bei der Atembewegung des Zwerchfells eine Wirkung auf das Krania und die Synchondrosis spheno-basilaris möglich. Dysfunktionen des Zwerchfells können auf Os temporale und Mandibula über die unterschiedlichen Anteile der Fascia cervicalis Einfluss nehmen. Eine Wechselwirkung vom Zwerchfell zum Os occipitale (Tuberculum pharyngeum) ist über die Pleura zur Fascia cervicalis (Lamina praevertebralis) möglich. Os temporale (Pars petrosa), Os sphenoidale (Proc. pterygoideus) und Os occipitale (Tuberculum pharyngeum) stehen über die faszielle Anheftung des Rachens (Raphe pha-

ryngis) mit dem Zwerchfell in Verbindung. Pharynx, Os hyoideum (über Lig. stylohyoideum), Cartilago thyroidea und Mandibula stehen mit der Fascia pharyngobasilaris, Fascia buccopharygea und Fascia praetrachealis in Verbindung, die ebenfalls über die Zentralsehne mit dem Zwerchfell korrespondieren. Das Os occipitale (Pars basilaris) korrespondiert über das Lig. longitudinale anterius mit den Anheftungen des Zwerchfells an der Wirbelsäule (Kap. 2.4.8).

Auch die Art des Sprechens und der Lautbildung kann entscheidend über die Atmung und die Spannung des Zwerchfells in Verbindung mit dem M. transversus abdominis beeinflusst werden. Atmungsart und Zwerchfellbewegung wirken dabei u.a. über verschiedene myofasziale Wirkungsketten auf Zirkulation, Verdauung, Körperstatik und Sprachbildung.

Osteopathische Korrespondenzen

Uneingeschränkte Gleiteigenschaften der beteiligten Strukturen sind eine wesentliche Voraussetzung für die physiologischen Bewegungsabläufe bei der Atmung.

Die unter dem Diaphragma liegenden Organe werden bei der Inspiration durch die Raumveränderung in ihrer Form verändert und gegen die ventrale Bauchwand gedrückt. Dabei hebt sich der vordere Rand der unteren Thoraxapertur, die vordere Bauchwand wird gestreckt.

Durch die Adhäsionskräfte (Peritonealüberzug) sind u.a. die Oberbauchorgane wie der Magen und die Dickdarmabschnitte verschieblich mit dem Zwerchfell verbunden. So wie die Organe über die Zwerchfellbewegung in Form und Lage verändert werden können, können Organe bei veränderter Größe (z.B. Magenfüllung) oder verminderter Elastizität (Folge von Narben, fasziellen Adhäsionen) auch die Bewegung des Zwerchfells negativ beeinflussen.

Bei Dysfunktion des Zwerchfells, z.B. in Expiration links, sind u.a. insbesondere die Oberbauchorgane Magen, Colon transversum und Kolonflexur links auf Dysfunktionen zu untersuchen.

Die Muskelfasern der Pars lumbalis und Pars costalis sind länger als in der Pars sternalis. Folglich sind die Zugkraft und das Bewegungsausmaß im thorakolumbalen Bereich auch ausgeprägter. Eine hohe Lendenlordose kann ein Hinweis auf eine unphysiologisch verstärkte Zugkraft über das Zwerchfell sein und muss näher untersucht werden.

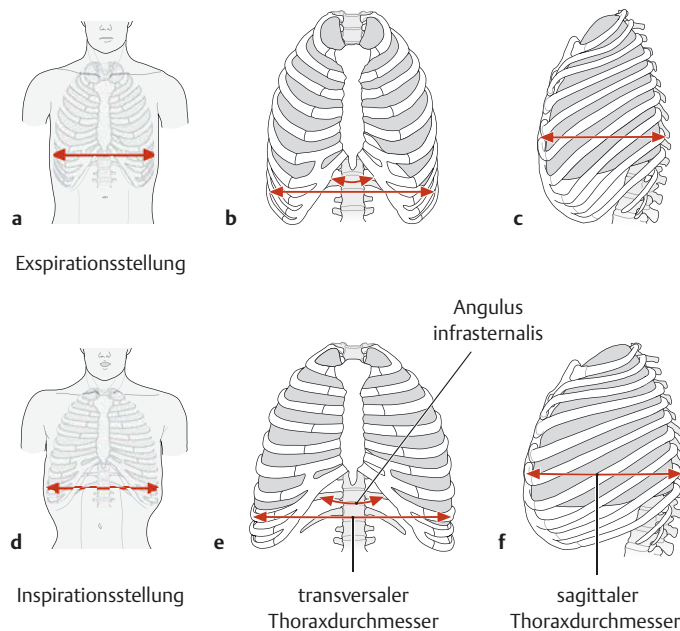
Entscheidend für die Funktionalität sind die Appositionszone zwischen Pleura und kranialer Seite des Zwerchfells sowie die Entfaltung der Reserveräume im thorakolumbalen Übergang Kap. 2.4.14).

Die Atmung wird zentral über das Atemzentrum in der Medulla oblongata gesteuert. Atemantrieb ist im Wesentlichen die Parameter O₂-, CO₂-Gehalt und pH-Wert des Bluts. Sie werden von Presso- und Chemorezeptoren an verschiedenen Stellen im Körper gemessen, z.B. der O₂-

Gehalt im Aortenbogen und im Karotisdreieck (Kap. 1.1.3). Der Grundrhythmus der Atmung kann u.a. über folgende Faktoren beeinflusst werden: Irritation der Bronchialschleimhaut (z.B. durch Staub, der einen Hustenreflex auslöst), erhöhte Muskelaktivität (z.B. durch Sport, körperliche Arbeit), Wärme- und/oder Kältereize über die Haut, Körpertemperaturveränderungen (z.B. Fieber), Emotionen (z.B. Freude, Schmerz, Angst) und Blutdruckabfall.

Behandlungshinweise

Körpereigene rhythmische Bewegungen u.a. von Atmung, Herzschlag und Liquor (PRM) stellen wichtige Dynamiken dar, die für die osteopathische Behandlung genutzt werden. Denn Rhythmen ermöglichen Austauschprozesse auf jeder Gewebeebene und stehen eng mit dem ZNS in Verbindung. Besonders der PRM, der sich aus der Mobilität der reziproken duralen Spannungsmembran und der Schädelknochen, der Motilität von Gehirn und Rückenmark und der Mobilität des Sakrums ergibt, ist Grundlage der kraniosakralen Behandlungstechniken. So soll mit der CV4-Technik eine bessere Zellversorgung und Lymphbewegung erreicht werden, indem die Liquorbewegung ansteigt und der Flüssigkeitsaustausch damit verstärkt wird.



► **Abb. 2.18** Bewegungen des Brustkorbs während der Brust- oder Rippenatmung. **a–c** Ausatmung (Expiration). **d–f** Einatmung (Inspiration). (aus Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, LernAtlas der Anatomie. Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem. Illustrationen von M. Voll und K. Wesker. 3. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011)