

Aus der chirurgischen Universitätsklinik zu Bonn.
(Direktor: Geh. Rat Prof. C. Garrè.)

Die Heilung von Zwerchfellwunden.

Von

Priv.-Doz. Dr. Th. Naegeli,
Assistent der Klinik.

Nicht nur durch seine Form und Lage, sondern auch durch seine Funktion stellt sich der Zwerchfellmuskel in einen gewissen Gegensatz zu der übrigen quergestreiften Muskulatur. Seiner Lage und Funktion nach hat er zu verhindern, daß der äußere Luftdruck die Baueingeweide in die Brusthöhle treibt, wobei ihm gleichzeitig eine gewisse aktive Anteilnahme an der Atmung zukommt. Seine Form unterscheidet ihn von den meisten übrigen Skelettmuskeln dadurch, daß er schirmartig ausgespannt, isoliert zwischen den Thorakal- und Abdominalorganen gelegen. Er setzt sich aus zwei Hälften zusammen, die an ihrem Fixpunkt der Wirbelsäule miteinander in Verbindung stehen. Nach seiner Beschaffenheit unterscheidet man einen muskulären Teil (ca. $\frac{2}{3}$) und einen sehnenigen — das Centrum tendineum (ca. $\frac{1}{3}$).

Pathologische Veränderungen im Muskel oder der Sehne bzw. Störungen seiner Funktion oder Form und Lage sind meist nicht nur von rein lokaler Bedeutung. Isolierte Zwerchfellerkrankungen oder Verletzungen sind sehr selten. Meist handelt es sich um primär pleurale, mediastinale oder peritoneale Entzündungen, Tumoren, die von Rippen, Sternum, Wirbeln oder anderen Gebilden ausgehen und sekundär auf das Diaphragma übergreifen, oder die Verletzung des Zwerchfells spielt anfänglich eine nebensächliche Rolle, da gleichzeitig Veränderungen intraabdomineller oder thorakaler Organe die Schwere des Falles bedingen und im Vordergrund des klinischen Interesses stehen.

Während nun der Ausfall der Funktion des Muskeln mit keinerlei nennenswerten Störungen verknüpft ist, ja wir ihn absichtlich hervorrufen (Phrenikotomie), spielen in der menschlichen Pathologie die Verletzungen mit ihren Spätfolgen eine gewisse Rolle. Und wiederum ist es nicht die Verletzung des Muskels oder der Sehne, nicht der eventuell entstandene Defekt an sich, der

von Bedeutung, sondern die durch ihn bedingten Störungen im „Gleichgewichtszustand“ der Bauch- und Brusteingeweide.

Ganz allgemein kommt bei der Heilung von Muskelwunden neben der Regeneration der Muskelfasern die Beteiligung des Bindegewebes in Betracht. Die Folge einer Durchschneidung des Muskels ist zunächst, wie die eines anderen gefäßhaltigen Teiles eine traumatische Entzündung mit Fibrinbildung, Anhäufung von Leukocyten an der verletzten Stelle, im günstigsten Falle bei hinreichender Annäherung der durchtrennten Teile eine Verklebung der Wunde. Ist der Abstand der Wundränder infolge der Retraktion größer oder ist durch Quetschung oder anderweitige Schädigung ein größerer Teil des Muskelgewebes zerstört, so ist eine vollkommene Wiederherstellung naturgemäß ausgeschlossen. Die Bindegewebsnarbe, welche die durchtrennten Muskeln vereinigt, ist nur an den Rändern von neugebildeten Muskelfasern durchzogen, die sich im Narbengewebe verlieren. Ist ein Muskelbauch ganz durchtrennt, so schließen sich die Enden durch Granulations- und Narbengewebe ab, welches mit der Umgebung verwächst (*Marchand*).

Dies erklärt uns auch die Vorgänge am Zwerchfellmuskel. Aus den anatomischen Bemerkungen ist uns verständlich, daß bei einer Zwerchfellwunde, die stets mit einer Verletzung der Lunge oder abdominalen Organe einhergeht, wenn es sich nicht um ganz seitlich gelegene handelt, eine Verklebung der Wundränder, die eine Ausheilung durch Regeneration oder Narbenbildung begünstigt, leicht verhindert wird. Natürlich spielt auch hier die Größe der Wunde eine wichtige Rolle und diese ist wiederum sehr von der Schnittrichtung abhängig. Ein partieller basaler Pneumothorax, ein Erguß oder Hämorthorax kann leicht durch Störungen der Druckverhältnisse im Oberbauch und Brustraum die Wundheilung ungünstig beeinflussen. Infolgedessen ist eine Gesetzmäßigkeit in der Heilung der Zwerchfellwunden kaum zu erwarten und eine vorherige Beurteilung, ob Heilung eintritt oder nicht, nicht möglich, da die sonst noch in Frage kommenden Faktoren nicht erkennbar sind. Sie heilen im allgemeinen dann, wenn die Schnittrichtung parallel zur Faserichtung, wenn der Defekt derart, daß es bald zur primären Verklebung kommen kann, wenn keine „Fremdkörper“ störend den Heilungsprozeß verhindern.

Nach *Iselin* stützt sich die bisher allgemein angenommene An-

sicht: daß Zwerchfellwunden nur dann heilen, wenn die Muskelfasern längs getroffen werden, daß bei quерem Schnitt durch Retraktion der Muskelbündel ein Verschluß durch Vernarbung unmöglich sei, weil eine ringförmige Narbe entstehe — eine Bruchpforte für die falschen Brüche des Zwerchfells auf Tierversuche des Brasilianers *Repetto*. An 8 Hunden ging der Autor so vor, daß er zur Freilegung des Zwerchfells einen Hautmuskellappen mit hinterer oberer Basis anlegte und dann eine Zwerchfellwunde von etwa $1\frac{1}{2}$ cm setzte. In Versuch 1 und 3 verlief die Schnittverletzung parallel zur Muskelfaserriчtung, im 4. Versuch schräg, in Versuch 2, 5, 6 senkrecht zur Faserriчtung. Bei parallelem und schrägem Verlauf der Wunde war bei der Autopsie 2 Monate später die Wunde vernarbt, beim schrägen Verlauf mit der Brustwand verwachsen (demnach müssen die Wunden wohl ziemlich weit seitlich angelegt worden sein). Die senkrecht zur Faserriчtung angelegte Wunde heilte nicht zusammen, sondern bildete eine Lücke mit narbigem Ring. (Näheres über die Technik, ob die Verletzung bei eröffneter Pleura, unter Kontrolle des Auges, bei Anwendung des Druckdifferenzverfahrens, ob bei Autopsie durch das Loch Eingeweide vorgefallen, geht aus der Mitteilung von *Iselin* nicht hervor.) *Iselin* stellte nun weitere Versuche an, die dahin gingen, zu entscheiden ob quere Wunden deshalb nicht heilen, weil leichter Netz prolabiere. Hunden wurden Thorax-Bauchstiche beigebracht. Vom Bauch aus wurde die Verletzung mit dem Finger kontrolliert und das Netz weggenommen. In allen Fällen wurde quer zur Muskelfaserriчtung gestochen. Die erwarteten Zwerchfellhernien blieben bei allen Versuchen aus. Die Autopsie, die $\frac{1}{2}$ Jahr und noch später ausgeführt wurde, zeigte, daß bei allen Tieren die Zwerchfellwunde durch Vernarbung wie eine andere Muskelwunde geheilt war.

Diese Versuche gemeinsam mit denjenigen von *Repetto* lassen es *Iselin* als wahrscheinlich erscheinen, daß der Zwerchfellschlitz nur dann offen bleibt, wenn sich gleich nach der Verletzung Netz einlagert.

Nach dem oben Gesagten ist es nun unwahrscheinlich, daß dem Netzvorfall als einzigem Faktor eine solche Bedeutung zukommt. Vielmehr hängt das Zustandekommen oder der Ausfall der Heilung noch von verschiedenen anderen, die Verletzung begleitenden Momenten ab (Infektion, Entzündung, Erguß, Pneumothorax u. dgl. mehr).

Natürlich spielt auch die Lage des Ortes der Verletzung eine Rolle, da die verschiedenen Teile des Zwerchfells doch verschieden beansprucht und bewegt werden. Bei ruhiger Atmung steigt die

Zwerchfellkuppe nur wenig auf und nieder und der Sinus phrenico-costalis wird kaum erweitert. Ist die Rippenatmung behindert, dann tritt ergänzend die entsprechende Zwerchfelloberfläche ein und bewegt sich stärker. Eine Verletzung der seitlichen Zwerchfellmuskelpartien wird — da sie ja gleichzeitig mit einer gewissen Ruhigstellung der betroffenen Seite einhergeht — wohl leichter verkleben und ausheilen wie eine solche an der Kuppe, besonders der linken Seite, wo die Herzkontraktionen ohnedies eine ständige Verschiebung der Teile bedingen.

Es war deshalb anzunehmen, daß eine Ruhigstellung des Muskels eine Ausheilung von Muskelwunden begünstigen würde. Wir wissen, daß das Diaphragma in der Hauptsache vom N. phrenicus motorisch versorgt wird. Nach der Durchtrennung des Nerven steht der Muskel in Expirationsstellung dann still, wenn auch die sämtlichen Nebenäste und Anastomosen ausgeschaltet worden sind (vgl. W. Felix). Nun hat Kroh darauf hingewiesen, daß der Muskel auch nach der Phrenikotomie einen gewissen Tonus besitzt, so daß er sich nicht ohne eine gewisse Gewaltanwendung thorakalwärts vorziehen läßt. Damit würden die Angaben und Resultate von Ken Kuré, Hiramatsa und Naito bestätigt, die glauben, daß tonusgebende Fasern für das Zwerchfell aus dem unteren Brustmark stammen, von wo sie in den Nn. splanchnici den Grenzstrang des Sympathicus ohne Unterbrechung passieren und im Ganglion coeliacum oder Ganglion phrenicum des Plexus phrenicus enden. Den im Phrenicus verlaufenden sympathischen Fasern sprechen sie eine Bedeutung für den Zwerchfelltonus ab. Damit würde natürlich die zu erwartende Begünstigung der Wundheilung bei der Ruhigstellung doch sehr in Frage gestellt.

Wir haben uns an 8 Hunderversuchen überzeugt, daß quergesetzte Zwerchfellmuskellwunden ausheilen können. Die gleichzeitige Phrenikotomie war ohne Einfluß auf den Heilungsverlauf.

Was nun die Rolle des Netzes anbetrifft, von dem Iselin annimmt, daß ihm eine große Bedeutung zukomme, indem es durch die Öffnung in den Thoraxraum vorfalle, die übrigen Organe nach sich ziehe und so eine Ausheilung verhindere, so glauben wir, daß in den meisten Fällen das Netz erst sekundär durch die vorhandene Öffnung durchtritt. Wir haben absichtlich unsere Zwerchfellwunden zum Teil auch auf der rechten Seite gesetzt, wo infolge der vorgelegenen Leber das Netz viel schwerer durch die Öffnung durchtreten konnte. Auch fanden wir unter 4 Bruchpforten nur einmal Netz und Abdominalorgane durchgetreten, was uns den Schluß ziehen läßt, daß nicht immer, sondern nur in Ausnahme-

fallen dem Netz vielleicht als primärem Faktor die ursächliche Rolle am Zustandekommen der Bruchpforte zukommt. (Ob ein Netzzipfel tatsächlich imstande sein kann, eine Muskelwunde an ihrem Verheilen zu verhindern, müssen diesbezügliche Versuche erst noch ergeben.)

Daraus schließen wir, daß Zwerchfellwunden, dem Gesetze der Wundheilung quergestreifter Muskeln folgend, heilen. Diese Heilung wird verhindert bei Defekten einer gewissen Größe, besonders bei querer Richtung der Verletzung. Ferner spielen Verletzungen intrathorakaler Organe, Änderungen der Druckverhältnisse im Thorax durch Pneumothorax, serösen oder blutigen Erguß u. dgl. mehr unter Umständen eine Rolle und schließlich kann vielleicht auch das Netz oder andere intraabdominale Organe durch Prolaps die Heilung verhindern.

Praktisch folgern wir daraus, daß bei jedem Verdacht einer Zwerchfellverletzung vom Abdomen oder vom Thorax aus die Wunde freigelegt und zugenäht werden muß und daß wir uns nicht mit der Verlagerung eines Organs (Milz, Leber) begnügen dürfen, da diese auch sekundär in den Thorax hinein prolabieren können (vgl. Exp. Nr. 6). Daß der Hauptgrund in Störungen im Brustraum zu suchen, glauben wir rein physiologisch darin zu sehen, daß ein Ansaugen von Netz oder Darm o.dgl. doch nur möglich, wenn die Lunge durch irgendeinen Prozeß (Erguß, Luft) die Berührung mit der Pleura parietalis verlor. Die relativ große Zahl unserer thorakalen Experimente mit Ausbleiben der Muskelheilung, die wohl stets mit pleuralen Schädigungen einhergingen (Erguß, Pneumothorax u. dgl.) sprechen in diesem Sinne.

Natürlich kann die Gewalteinwirkung je nach ihrer Richtung unter Umständen zu einem primären Netzvorfall führen, der dann die Heilung vielleicht verhindert.

Die klinische Bedeutung der Wundheilung von Zwerchfellwunden beruht nicht auf den Vorgängen im Muskel. Nur seine Lage und die damit verbundenen Störungen primärer und sekundärer Natur lassen die Vorgänge einer besonderen Besprechung wichtig genug erscheinen. Von der ausführlichen Wiedergabe der Protokolle wird Abstand genommen, ebenso von der Wiedergabe der Photographien.

1. Versuchsreihe 2 Hunde.

Quergerichtete Verletzung vom Abdomen aus ca. $1\frac{1}{2}$ cm lang, für einen Finger durchgängig in der seitlichen Muskelpartie bei O_2 Überdruck. Autopsie nach 3 Monaten deutliche Narbe.

2. Versuchsreihe 2 Hunde.

1 Phrenikotomie am Hals.

- a) quere Wunde vom Abdomen aus ca. $1\frac{1}{2}$ cm, für 1 Finger durchgängig;
- b) quere Wunde von Thorakotomie ca. $1\frac{1}{2}$ cm, für 1 Finger durchgängig.

Autopsie:

- a) nach 4 Monaten ergibt quere Narbe,
 - b) nach 5 Monaten ergibt längsovale Öffnung im Zwerchfell kein Netzprolaps,
- bei a und b keine Muskelatrophie.

3. Versuchsreihe 3 Hunde.

R. Phrenikotomie von Thorakotomiewunde aus dicht vor Eintritt ins Zwerchfell. Bei O, Überdruck.

- a) Exzision eines 2 mm breiten, $1\frac{1}{2}$ cm langen Muskelstückes quer zur Faserrichtung, so daß man mit 1 Finger ins Abdomen gelangt. Dann Schluß unter Überdruck.

Autopsie: nach 1 bzw. 2 bzw. 3 Monaten ergibt bei 1 und 2 deutl. Bruchring mit derbem Rand, einmal mit Netz- und Leberprolaps; bei 3 deutl. Narbe. Alle 3 zeigen ausgesprochene Atrophie des Muskels.

Also bei 3 vom Abdomen aus gesetzten Verletzungen Heilung; bei 4 vom Thorax aus gesetzten Verletzungen 1 mal Heilung und dreimal Bildung eines derbrandigen Loches, dabei nur einmal Netzprolaps.

Ein 8. Hund ist 4 Tage nach dem Eingriff an einer Infektion gestorben, fällt also bei der Beurteilung aus.

Literaturverzeichnis.

1. *Felix, W.*, Anatom., exp. und klin. Untersuchungen über den Phrenicus und über die Zwerchfellinnervation. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 171. —
 2. *Iselin*, Die Heilung der Zwerchfellwunden. Bruns' Beitr. Bd. 102. —
 3. *Naegeli, Th.*, Röntg. Darstellung von Veränderungen am Zwerchfell mit Hilfe der abd. Lufteinblasung. Fortschr. a. d. Geb. d. Röntg. Bd. 27. —
 4. *Sauerbruch*, Die Chirurgie der Brustorgane. I. Bd.
-