

**Militär-medizinische Akademie
Sankt-Petersburg
Abteilung für Thoraxchirurgie**

Prof. L.N. Bisenkov, Prof. A.D. Kutscherenko, Dr. O.W. Barinov,
Dr. W.W. Lischenko, Dr. A.P. Tschuprina, Dr. D.W. Gladyshev,
Dr. S.W. Lepnewa

Vergleichende Einschätzung moderner Koagulationsmethoden bei Verletzung der Dichtigkeit des Lungenparenchyms

Einleitung

Die Wiederherstellung der Aerostase bei der Lungengewebsschädigung ist ein aktuelles Problem für die Thoraxchirurgie. Besonders wichtig ist es bei videothorakoskopischen Operationen, wenn es technisch schwierig ist, eine Knotennaht auf das verletzte Lungengewebe anzulegen.

Laut den Angaben der Klinik für Thoraxchirurgie der Militärmedizinischen Akademie, bei 12,3 % Kranken, die der Lungenteilresektion unterzogen wurden, wurde der Luftauslaß durch die Drainagen wegen der uneffektiven Aerostase im Laufe einiger Tage nach der Operation beobachtet. Das verlängerte die Bettbelegung, erforderte Durchführung der Invasionsprozeduren (Anlegung des steuerbaren Pneumoperitoneums, wiederholte Drainage der Pleurahöhle) und intensive antibakterielle Therapie.

In der letzten Zeit erschienen die Mitteilungen über die Anwendung der neuen Koagulationsmethoden zur Dichtung des Lungengewebes. Immer populärer wird ein Verfahren zur Hochfrequenzkoagulation, bei der die Energie durch ionisiertes Argon-Gas berührungslos auf das Gewebe übertragen wird. Bei solcher Anwendung erfolgt die Lokalüberhitzung und die Koagulation der untenliegenden Gewebsschichten.

Ein neuer Schritt in der Entwicklung der Koagulationstechnik ist die Kaltplasmakoagulation.

Bei diesem Koagulationsverfahren erzeugt ein HF Generator eine HF Energie, die mittels einer in dem Handstück befindlichen Metallspitze durch ionisiertes Heliumgas berührungslos auf das Gewebe übertragen wird. Gleichzeitig gelangt Helium über einen Schlauch in das Handstück und strömt aus der Düse. Beim Aktivieren des Gerätes entsteht eine Plasmaentladung an der Feinrohkathode, welche in Form einer schwach leuchtenden Ionisation sichtbar ist. Richtet man diese auf das Gewebe, startet eine elektrische Entladung zum Gewebe des Patienten. Dabei vermehrt sich die Anzahl der ionisierten Gasmoleküle. Die Temperatur des Plasmastrahles steigt. Ein sehr geringer HF-Strom fließt durch das Gewebe und

gelangt als sog. Verschiebestrom von der Patientenoberfläche zum geerdeten Pol des Generators zurück. Die drastische Reduzierung des HF-Stromes verhindert die Schädigung vom Gewebe durch elektrische Energie in der Tiefe. Durch besondere Eigenschaften des HF-Generators und entsprechendem Instrumentariums sowie die Anwendung von Heliumgas ist eine Reduzierung der Temperatur vom Plasmastrahl erreicht worden. Durch Fokussierung des Plasmastrahles erreicht man eine sehr starke Energiedichte an der Gewebeoberfläche, die eine Koagulation in einer sehr geringen Tiefe bewirkt.

Ein positiver Aspekt dieser Koagulationsmethode ist der Verzicht auf die Neutralelektrode und volle Gefährlosigkeit des Patienten und Chirurgen.

Die große Effizienz der obengenannten Koagulationsmethoden zur Hämostase ist ohne Zweifel. Die Anwendung dieser Koagulationsmethoden zur adäquaten Aerostase bleibt hingegen wenig erforscht.

Das Ziel unserer Untersuchung war es, eine Einschätzung der prinzipiellen Möglichkeiten der Koagulationsmethoden zur sicheren Aerostase bei der Behandlung der Lungenwunde im Experiment sowie die morphologische Untersuchung des entstehenden Schorfes, der sich infolge Anwendung der verschiedenen Koagulationsmethoden bildet, vorzunehmen.

Materialien und Methoden

1. Traditionelle monopolare Elektrokoagulation (MBC 600, Söring, Deutschland)
2. Argonplasmakoagulation (APC) (ARCO 1000; Söring, Deutschland)
3. Kaltplasmakoagulation (CPC) (CPC 1000; Söring, Deutschland, diverse Handstücke 100 W und 25 W mit dem geraden und seitlichen Austritt des Plasmas).

Die Untersuchung wurde auf 15 nichtreinrassigen Kaninchen, ca. 3 kg schwer, durchgeführt. Der morphologische Aufbau des Schorfs und untenliegenden Lungengewebes wurde mit Hilfe der Lichtmikroskopie auf den Paraffinschnitten (Färbung Hämotoxylin-Eosin) untersucht.

Den Tieren wurde unter Narkose (Thiopental und Kalipsol) in Verbindung mit lokaler Anästhesie (Lidokain) die rechtseitige Thorakotomie gemacht. Mit dem Skalpell wurde eine Wunde der Mantelzone des Lungengewebes, 2 mm tief und 1 cm lang, beigebracht, woraufhin die Koagulation mit verschiedenen Methoden bei Leistungsstufen 3-4 folgte.

In der ersten Gruppe (5 Kaninchen) wurde die Wunde mit dem Gerät MBC 600 koaguliert. Drei Tiere wurden nach einer Stunde aus dem Experiment gezogen, die anderen waren im Laufe des ersten Tages wegen Ateminsuffizienz gestorben. Bei fünf Tieren zweiter Gruppe wurde die Wunde mit Argonplasma koaguliert. Drei Kaninchen wurden eine Stunde später aus dem Experiment gezogen und zwei andere im Laufe von zwei Wochen. In dritter Gruppe (auch 5 Kaninchen) wurde die Wunde mit Kaltplasma koaguliert. Drei Tiere wurden aus dem Experiment während einer Stunde genommen, und zwei – in zwei Wochen.

Die Einwirkzeit der Koagulation betrug 3-6 Sekunden bei vergleichbaren Leistungsstufen.

Nach der Koagulation des Lungengewebedefektes wurde die äußere Wunde genäht. Die Lunge wurde durch Drainage mit Vakuumaspiration auseinandergefaltet. Die Drainage wurde danach entfernt.

Die Tiere wurden aus dem Experiment mit der Injektion der Letaldosis von Thiopental gezogen. Den Tieren wurde das System „Trachea-Lunge“ entnommen. Die visuelle Dichtigkeit des Schorfs wurde folgendermaßen geprüft. In die Trachea wurde eine Kanüle eingesetzt und fixiert. Durch das Dreiwegestück wurde sie mit dem Manometer und der Spritze verbunden. Das System „Trachea-Lunge“ wurde in den Behälter mit isotonischer Natriumchloridlösung eingetaucht. Mit Hilfe der Spritze wurde ein erhöhter Druck im System Trachea-Lunge erzeugt.

Ergebnisse

Bei der visuellen Prüfung des entstandenen Schorfes auf Aerostase war festzustellen, dass die Luft beim Erhöhen des Druckes im Tracheobronchialbaum durch das mit traditioneller Koagulation (MBC) koagulierte Lungengewebe sofort einlief. Im Gegensatz erwies sich der nach der Koagulation der Lungengewebedefekte mit APC und CPC entstandene Schorf beim Druckanstieg im System bis 20-25 mm Quecksilbersäule als sehr haltbar.

Bei der Erforschung der morphologischen Schorfstruktur auf Lungenpräparaten, die im Laufe der ersten Stunde nach der Operation entnommen wurden, stellten sich folgende Besonderheiten heraus.

Die Koagulation mit dem MBC bildet keinen dichten homogenen Schorf, was auch durch das Fehlen der Dichtigkeit des Lungengewebes bestätigt wird. Auf histologischen Präparaten der Lunge ist der Schorf bei MBC durch einzelne Fragmente gekennzeichnet und sieht rissig aus. Seine Dicke schwankt von 1mm bis 1,5 mm. Die untenliegenden nekrotischen Gewebe bilden keine deutlich ausgeprägte Zone. Die Schichten sind voneinander getrennt. In oberen Nekroseschichten konnten die Schorfsegmente entdeckt werden. Die Nekrosezone wird durch die größte Ausdehnung im Vergleich zu APC und CPC gekennzeichnet und beträgt von 0,6 mm bis 2,0 mm.

Die Lungengewebspräparate nach der Kaltplasmakoagulation sind durch die kleinsten Ausdehnungszonen des Schorfs und der Nekrose gekennzeichnet: von 0,1 mm bis 0,3 mm und von 0,4 mm. bis 0,6 mm. entsprechend. Bei CPC ist der Schorf mit untenliegenden nekrotisierten Geweben dichter verbunden. Die Grenze zwischen Schorf und Nekrosezone ist deutlich ausgeprägt (gleichmäßig und ununterbrochen). Es zieht auf sich die Aufmerksamkeit die große Schorfdichte (im Vergleich zu APC und um so mehr zu MBC), insbesondere in seinem Unterteil neben der Nekrosezone und auch die große Dichte der anliegenden nekrotisierten Gewebe.

Die APC nimmt bezüglich der betrachteten Positionen eine Mittelstelle zwischen MBC und CPC ein (in Beziehung auf Schorfdicke, ausgeprägte Grenzen zwischen Schorf und untenliegenden Geweben, Dichte des Schorfes und der nekrotisierten Gewebe). Die Schorfdicke beträgt durchschnittlich von 0,2 mm. bis 0,6 mm. Die Dicke der Nekrosezone schwankt zwischen 0,5 mm und 1,2 mm.

In den unter dem Schorf und der Nekrosezone liegenden Lungengeweben (nicht weiter als 1 cm vom Schorf, was mit Musterabmessungen für histologische

Untersuchung bestimmt wurde) wurden folgende Änderungen entdeckt (in größerem Maße im Material nach APC und CPC ausgeprägt).

Für die Mehrheit der mittleren und großen Blutgefäße sind die Hyperämie und die Stase der Formelemente charakteristisch. Zu vermerken ist die Durchtränkung eines Teils der Bronchiolen und kleinen Bronchien sowie Alveolen mit Blutplasma und Formelementen. In den Lichtungen der kleinen Bronchien und Bronchiolen sind die Konglomerate aus abgeschälten Epithelzellen zu sehen. Manchmal zeigen sie sich auch in den Alveolen. In einzelnen Fällen können solche Anhäufungen fast ganze Lichtungen der Bronchiole füllen oder die Alveolen verstopfen, was die Atemfunktion behindert. In den Alveolen finden sich auch Rußteilchen, flockenförmige Anhäufungen. Ein Teil der Alveolen ist vergrößert, die anderen, im Gegenteil, sind geschrumpft.

In einiger Entfernung von der Nekrosezone liegt die besondere Zone der hämorrhagischen Infiltration. Sie ist ständig in den Lungen nach APC und CPC vorhanden, aber bei der Behandlung mit dem MBC zeigen sie sich nicht immer. Einzelne Fragmente der Gewebe mit hämorrhagischer Infiltration können sich auch in Entfernung von der Einwirkungszone finden.

Die Untersuchung der Lungenpräparate, die zwei Wochen nach Anwendung der APC entnommen wurden, zeigte, dass sich eine Narbe an der Stelle der Lungengewebskoagulation gebildet hatte, die das Bindegewebe mit Dominieren der Kollagenfasern über Zellenelementen (vorwiegend Fibroblasten) darstellt. Die Kollagenfasern haben die Form dicker Bündel, die in verschiedene Richtungen gehen. Der Schorf wird zu dieser Zeit nicht völlig resorbiert und in dem an seiner Stelle ausgewachsenen Bindegewebe kann man noch kleine Fragmente der Koagulationskruste entdecken. Insgesamt betrachtet, hatte die Narbe immer eine größere Fläche und Dicke, als der durch sie ersetzte ursprüngliche Defekt. Dabei können zusammen mit dem in die Tiefe und zu den Seiten hin gewachsenen Bindegewebe auch die Schorffreste verbreitet werden. Manchmal kann man die auf einer Entfernung von ursprünglicher Einwirkungszone treffen. Das Auswachsen des Bindegewebes zur Seite von der Einwirkungszone führt dazu, dass an den Rändern der koagulierten Zone immer ein Pleurawulst zu bemerken ist. Es ist interessant, dass sich solche verdickten Abschnitte der Viszeralpleura auch ziemlich weit von der Koagulationszone befinden können.

Ein dichter Schorf, charakteristisch für CPC, wird schlechter und langsamer resorbiert, als der Schorf bei APC. Es ist möglich, dass seine einzelnen Abschnitte (mit maximaler Dichte) in der Zusammensetzung der Narbe als gekapselte Fragmente bleiben werden.

Unter dem typischen Narbengewebe zeigt sich eine Schicht des Bindegewebes mit einer Dominanz der Zellenelemente über Fasern, wobei die Anordnungsdichte dieser Zellenelemente höher ist, als in lockerem faserigem Bindegewebe. Die Lage dieser Zone entspricht am ehesten der ehemaligen Nekrosezone. An der Stelle der Zone der hämorrhagischen Infiltration wachsen auch die Elemente des Bindegewebes aus. Dabei bilden sich anscheinend zwei verschiedene Schichten: in der äußeren überwiegen die Zellenelemente, in der inneren herrschen die Kollagenfasern vor. Die Alveolen und Luftgänge sind in dieser Zone nicht vorhanden. Die Epithelzellen, die

sich früher in diese Strukturen organisierten, sind als vereinzelte formlose Anhäufungen dargestellt.

Im Lungengewebe hinter der verdichteten Zone, die an der Stelle der Zone von hämorrhagischer Infiltration entstand (auf einer Entfernung bis 1 cm vom Lungenrand), ist die Reaktion der Lymphknötchen verstärkt. Sie sind vergrößert, infiltrieren das Epithel der Luftgänge und die umliegenden Gewebe mit Lymphozyten; es kann sein, dass sich neue Knötchen bilden. Ein Teil der Gefäße wächst mit Bindegewebe, Fettzellen und Lymphozyten zu. In den Lichtungen der Luftgänge (hauptsächlich der Bronchiolen) sind nach wie vor die Konglomerate der abgeschälten Epithelzellen zu bemerken, die manchmal die gesamte Lichtung der Bronchiole ausfüllen und sie undurchgängig machen.

Anschließende Beurteilung

Die durchgeführte Untersuchung zeigte, dass die modernen Koagulationsmethoden (Argonplasmakoagulation und Kaltplasmakoagulation) einen sicheren Verschluss des verletzten Lungenparenchyms erreichen. Es gelingt nicht, die sichere Aerostase mit monopolarer Elektrokoagulation zu erreichen. Unter Berücksichtigung der Gewebsänderungen unter der Nekrosezone soll die Einwirkung bei der Koagulation des Lungenparenchymdefekts streng dosiert sein und sich auf das umliegende gesunde Lungengewebe nicht ausbreiten.