

Diagnoseverfahren

- Einführung / Zusammenfassung
- Bildgebung
- Thorakale Endoskopie
- Funktionsdiagnostik

Einführung / Zusammenfassung

Um die Frage klären zu können, welcher Therapie es bei einer gegebenen Kombination von Krankheitszeichen bedarf sind meist mehrere Untersuchungen erforderlich. Ziel ist es, zu einer Diagnose zu gelangen, um dann die richtige Therapie für den Patienten auswählen zu können. Diagnose ist ein aus dem Griechischen stammendes Wort und bedeutet wörtlich übersetzt "die Durchforschung". Und genau darum geht es: Den Patienten zu "durchforschen" mit dem Ziel, die Entscheidung für eine adäquate Therapie treffen zu können.

Zur Veranschaulichung hier ein Beispiel: Ein Patient klagt über Husten, Abgeschlagenheit und verstärktes nächtliches Schwitzen. Der behandelnde Arzt fragt sich, was die Ursache dieser Krankheitszeichen ist. Hat der Patient eine einfache Erkältung, oder ist es doch etwas ernsteres, wie z.B. eine Tuberkulose oder sogar ein Lungenkrebs?

Die geschilderten Krankheitszeichen sind zu unspezifisch, um hier verantwortungsvolle Entscheidung hinsichtlich Diagnose und Therapie treffen zu können, also muss man etwas nachforschen. Zunächst durch die Anamnese, das Gespräch mit dem Patienten: Seit wann bestehen die Probleme, bestehen noch andere Krankheitszeichen, hat der Patient viel geraucht, hat er mal Kontakt mit Asbest oder mit einem an Tuberkulose erkrankten Menschen gehabt? Dann die körperliche Untersuchung. Z.B.: Hat der Patient Fieber, lassen sich vergrößerte Lymphknoten tasten, wie hört sich die Lunge beim Ein- und Ausatmen an?

Oft sind nach Anamneseerhebung und körperlicher Untersuchung noch weitere Untersuchungen erforderlich. Die hierfür zur Verfügung stehenden Möglichkeiten nennt man Diagnoseverfahren. Meist wird bei Erkrankungen des Brustkorbs oder der Lungen ein Röntgenbild oder eine Computertomographie angefertigt. Welche weiteren Diagnoseverfahren erforderlich sind, um zu einer Diagnose zu gelangen hängt davon ab, welche Diagnose man für die wahrscheinlichste hält (die Verdachtsdiagnose) und welche Diagnosen außerdem noch möglich wären (die Differentialdiagnosen).

In der Thoraxchirurgie werden folgende Diagnoseverfahren angewendet:

Bildgebung	Endoskopie	Funktionsdiagnostik
Ultraschall	Flexible Bronchoskopie	Blutgasanalyse
Röntgen	Flexible Bronchoskopie mit Endobronchialem Ultraschall (EBUS) und transbronchialer Nadelaspirationszytologie (TBNA)	Spirometrie
Computertomographie (CT)	Starre Bronchoskopie	Ganzkörperplethysmographie
Magnetresonanztomographie (MRT)	Mediastinoskopie	Lungenperfusionsszintigraphie
Positronen-Emissionstomographie (PET)	Thorakoskopie	Ergospirometrie
Szintigraphie		

nach oben

Um herauszufinden, an welcher Erkrankung ein Patient leidet und wie ausgedehnt diese ist bedient man sich oft der Hilfe von Geräten, welche uns Bilder vom Inneren des Körpers liefern. Man nennt diese Diagnoseverfahren daher auch bildgebende Verfahren oder Bildgebung.

Ultraschall:

Will ein Handwerker wissen, wie die Beschaffenheit einer Wand ist, klopft er die Wand zunächst ab. Klingt das Klopfgeräusch hohl, weiß er, dass sich dahinter ein Hohlraum verbirgt. Je dumpfer es klingt, desto fester wird die Wand hinter der Oberfläche sein. Vom Prinzip funktioniert ein Ultraschallgerät genau so, nur dass die Schallwellen eine so hohe Frequenz haben (daher Ultraschall), dass das menschliche Ohr sie nicht hören kann. Das Gerät registriert jedoch die Ultraschallwellen und berechnet daraus ein Bild. Je mehr der vom Gerät ausgesandten Wellen an einer bestimmten Stelle vom Körper reflektiert werden, desto heller wird das Bild an der Stelle. Das Gerät registriert sozusagen sein eigenes Echo. Daher nennt man diese Untersuchung auch Echographie. Da es sich um Schallwellen handelt ist diese Untersuchung nicht gefährlich. Sie ist einfach und schnell durchzuführen und für den Patienten nicht belastend. Die Lunge ist mit diesem Verfahren leider kaum zu beurteilen, da die Luft fast alle Schallwellen reflektiert und die Wellen so nicht in die Tiefe der Lunge dringen können, ebenso wie Knochen. Dafür lassen sich aber sehr gut Flüssigkeitsansammlungen darstellen, die so für weitere Untersuchungen mit einer Nadel sicher punktiert werden können. Auch unter der Haut gelegene Lymphknoten oder Unregelmäßigkeiten in der Brustwand, z. B. durch eine Tumorbildung lassen sich mit dem Ultraschall gut auffinden.



Abb. 1: Der Patient liegt bei der Ultraschalluntersuchung der Bauchorgane auf einer Liege (rechts). Neben ihm steht das Ultraschallgerät (links) und wird von der untersuchenden Ärztin bedient.

nach oben

Röntgen:

Das Röntgenbild ist aus dem klinischen Alltag in der Thoraxchirurgie nicht wegzudenken, da es mit wenig Aufwand viel Information liefert: Zum Beispiel hilft es, eine Lungenentzündung oder einen Lungenkollaps (**Pneumothorax**) zu diagnostizieren oder es zeigt uns, ob sich neben den Lungen Flüssigkeit angesammelt hat. Zudem gibt es uns eine Menge weiterer Informationen, insbesondere wenn man die Aufnahmen mit Voraufnahmen vergleicht.

Ein Röntgenbild ist vom Prinzip her nicht anderes als ein Foto, nur dass die Röntgenstrahlen im Gegensatz zum Licht eine höhere Energie haben, so dass sie für das menschliche Auge nicht mehr sichtbar sind und den Körper durchdringen können. Ein Film auf der anderen Seite des Körpers nimmt die Strahlen auf. Dort wo viele Strahlen ankommen wird der Film schwarz, dort wo wenig Strahlen ankommen, z.B. weil Knochen oder ein Tumor im Weg war bleibt der Film weiß. Da die Röntgenstrahlen viel Energie haben und den Körper durchdringen, können sie die Körperzellen auch schädigen. Die Belastung eines Röntgenbildes der Lunge für den menschlichen Körper ist aber insgesamt gering. In bestimmten Situationen jedoch, z.B. bei einer schwangeren Frau, sollte man möglichst keine Röntgenuntersuchungen durchführen.

[nach oben](#)

Computertomographie (CT):

Die Computertomographie funktioniert mit Röntgenstrahlen, nur dass diese von einer sich um den Körper des Patienten drehenden Maschine abgegeben und auf der anderen Seite registriert werden. Der Patient wird also nicht wie beim Röntgenbild nur in einer Richtung durchleuchtet sondern von allen Seiten der Körperachse. Ein Computer errechnet aus der so gewonnenen Information Bilder, die Querschnitten durch den Körper des Patienten entsprechen. So lassen sich z.B. Tumoren, sonstige Veränderungen des Lungengewebes oder vergrößerte Lymphknoten viel exakter lokalisieren und darstellen als mit einem Röntgenbild. Auch nach Lungenoperationen ist die Computertomographie ein wichtiges Verfahren. Um den Kontrast der Bilder zu erhöhen und so Erkrankungen besser sichtbar machen zu können wird häufig für die Untersuchung ein jodhaltiges Mittel in die Blutbahn gespritzt, ein sogenanntes Kontrastmittel. In selten Fällen reagieren Menschen darauf allergisch. Auch sollten Patienten mit einer bekannten Schilddrüsenüberfunktion oder mit Nierenerkrankungen dieses Kontrastmittel nicht bekommen. Früher waren die CT-Geräte große Röhren, in die man als Patient hineingeschoben wurde. Mittlerweile sind die Geräte viel kleiner und vom Aussehen nicht mehr bedrohlich. Ein modernes CT-Gerät sieht eher aus wie ein großer Ring, welchen man auf einer beweglichen Liege passiert.



Abb. 2: Computertomographie (CT)-Gerät

[nach oben](#)

Magnetresonanztomographie (MRT)

Ähnlich wie die Computertomographie liefert die Magnetresonanztomographie Schnittbilder des Körpers. Aufgrund der niedrigen Auflösung der Lunge ist die Magnetresonanztomographie jedoch kein routinemäßig eingesetztes Verfahren in der Thoraxchirurgie. Ein weiterer Nachteil ist die unangenehme Untersuchungssituation. Ein MRT-Gerät ist eine große, im inneren recht enge Röhre, welche zudem während der Untersuchung ein lautes Klopfgeräusch von sich gibt.

Bei bestimmten Fragestellungen liefert die Magnetresonanztomographie jedoch wichtige Zusatzinformationen. Das Verfahren nutzt die Tatsache, dass Atomkern-Teilchen einen Eigendrehimpuls (Spin) besitzen, daher der Name "Kernspin". Dieser Name führt manchmal fälschlicherweise zu der Annahme, dass man bei einer "Kernspin-Untersuchung" radioaktiver Strahlung ausgesetzt sei. Das ist aber nicht der Fall. Dafür wird man einem starken Magnetfeld ausgesetzt, weshalb manche Metallfremdkörper (z.B. Kriegsverletzung mit bleibendem Eisensplitter im Körper) während der Untersuchung gefährlich sein können. Auch Herzschrittmacher oder ähnliche Geräte können bei einer Magnetresonanztomographie durch das starke Magnetfeld beschädigt werden. Moderne Metallimplantate stellen hingegen in der Regel kein Problem dar. Wie bei der Computertomographie kann man den Kontrast der Bilder einer Magnetresonanztomographie durch die Gabe eines Kontrastmittels erhöhen. Diese Kontrastmittel sind in der Regel gut verträglich und mit weniger Nebenwirkungen verbunden als die jodhaltigen Röntgen-Kontrastmittel.



Abb. 3: Magnetresonanztomographie (MRT)-Gerät

[nach oben](#)

Szintigraphie

Diese Untersuchung wird in der Nuklearmedizinischen Abteilung durchgeführt. Die Nuklearmedizin setzt radioaktive Stoffe für diagnostische und therapeutische Zwecke ein. Die Strahlenbelastung für den Körper ist dabei gering. Es gibt unterschiedliche Szintigraphien, das Prinzip ist jedoch immer gleich: ein bestimmter Stoff, von dem man weiß, dass er sich in dem zu untersuchenden Gewebe (z.B. Lunge oder Skelett) anreichert wird mit einem radioaktiven Teilchen gekoppelt und somit nach Einbringen in den Körper (meist durch eine Vene am Arm) mit Hilfe einer speziellen Kamera, welche die Strahlung einfängt, sichtbar gemacht. So kann man zum Beispiel untersuchen, wie gut die rechte im Vergleich zur linken Lunge durchblutet ist (Lungenperfusionsszintigraphie). Dies erlaubt eine Aussage darüber, wie gut ein Patient nach Entfernen eines Lungenanteils mit der verbliebenen Lunge noch atmen kann. Ein anderes Beispiel ist die Skelettszintigraphie. Hier gibt man einen Stoff, welcher sich besonders dort anreichert, wo Umbauvorgänge des Knochens stattfinden, z.B. bei Entzündungen des Knochens, nach Knochenbrüchen oder bei Tochtergeschwülsten eines bösartigen Tumors.

[nach oben](#)

Positronen-Emissionstomographie (PET)

Die Positronen-Emissionstomographie ist wie auch die Szintigraphie ein bildgebendes Verfahren der Nuklearmedizin. Hierbei wird ein Stoff verabreicht, welcher besonders in stoffwechselaktivem Gewebe abgebaut wird und dabei Positronen, eine

ungefährliche Strahlung aussendet. Diese Positronen können dann mit Hilfe eines Gerätes sichtbar gemacht werden. Wie auch die Computertomographie und die Magnetresonanztomographie (altgriechisch "tome" = "Schnitt") liefert die Positronen-Emmissionstomographie Schnittbilder des Körpers. Das bedeutet, dass die sich in der PET-Untersuchung darstellenden Herde in 3 Dimensionen darstellen und somit genau lokalisieren lassen. Ähnlich wie ein CT-Gerät besteht ein PET-Gerät daher aus einem Ring, durch den der Patient auf einer Liege gefahren wird. Bösartige Tumoren sind besonders stoffwechselaktiv, da sich die Tumorzellen viel schneller als normales Gewebe vermehren. Da der vor der PET-Untersuchung verabreichte Stoff besonders in stoffwechselaktivem Gewebe abgebaut wird, können die einzelnen Organe und der gesamte Körper nach bösartigem Tumorgewebe durchsucht und so bösartige Tochtergeschwülste aufgedeckt werden.

Die Positronen-Emmissionstomographie gehört nicht zu den Routineuntersuchungen, sie liefert aber bei bestimmten Fragestellungen wichtige Informationen, z.B. ob eine diagnostizierte Metastase die einzige Tumorabsiedlung im Körper ist.



Abb. 4: Positronen-Emmissionstomographie (PET)-Gerät

[nach oben](#)

Thorakale Endoskopie

Wie bei den bildgebenden Verfahren, nutzt man die Endoskopie, um in das Innere des Körpers sehen zu können. Im Gegensatz zu den bildgebenden Verfahren, welche indirekte Bilder des Körpers liefern, sieht man mit Hilfe der Endoskopie direkt ins Innere des Körpers. Die entsprechenden Geräte nennt man Endoskope. Sie dienen als Verlängerung des Auges und werden über eine natürliche Körperöffnung oder über einen Schnitt durch die Haut (in Narkose) in den Körper eingeführt. Meist kann man mit diesen Geräten nicht nur sehen, sondern auch tätig werden, z.B. eine Gewebeprobe entnehmen. Weiterführende Informationen zur Thorakalen Endoskopie finden Sie auf unserer speziellen Internetseite zur Thorakalen Endoskopie .

Mediastinoskopie

Die Mediastinoskopie ist eine Operation, welche in Vollnarkose durchgeführt wird. Sie dient fast immer einem diagnostischen Zweck. Dies bedeutet, dass die Operation nicht durchgeführt wird, um eine Krankheit zu behandeln, sondern um eine Krankheit zu diagnostizieren, oder das Stadium einer Krankheit richtig einteilen zu können. Dies ist dann für die weitere Behandlung von entscheidender Bedeutung. Notwendig wird die Mediastinoskopie, wenn eine zuvor durchgeführte Computertomographie vergrößerte Lymphknoten in dem Gewebe zwischen den beiden Lungenflügeln, dem Mediastinum, gezeigt hat. Meist geht es dabei um die Frage, ob die Lymphknoten aufgrund eines Tumorbefalls vergrößert sind, oder ob eine gutartige Erkrankung wie z. Bsp. eine Lungenentzündung, eine Sarkoidose oder eine Tuberkulose die Lymphknoten haben anschwellen lassen. Möglich wird diese Unterscheidung durch Gewebeproben (Biopsien), welche man mit einer kleinen Zange aus den Lymphknoten zupft, um sie anschließend dem Pathologen zur feingeweblichen Untersuchung zu übergeben. Die Zange wird durch ein Rohr mit einer Kamera (Mediastinoskop) geführt, welches man über einen kleinen Schnitt oberhalb des Brustbeins vorsichtig entlang der Luftröhre in das Mediastinum schiebt. Der Operateur kann entweder direkt über das Rohr in das Mediastinum sehen, oder er schaut auf einen in Blickrichtung aufgestellten Bildschirm, auf welchem mit Hilfe der Kamera das Operationsgeschehen übertragen wird. Der Pathologe schaut sich dann die entnommenen Gewebeproben unter dem Mikroskop an und beschreibt zum Beispiel ob er krankheitsspezifische Zellverbände oder bösartige Tumorzellen sieht. Dies dauert meist einige Tage, da die Gewebeproben erst eingebettet, geschnitten,

gefärbt und untersucht werden müssen. Sind die Lymphknoten von einem Tumor befallen, kann der Pathologe durch Spezialfärbungen des Gewebes meist auch darüber eine Aussage machen, um was für eine Tumorart es sich handelt und wo der Muttertumor zu suchen ist, zum Beispiel in der Lunge, der Schilddrüse oder der Brust. Oft wissen wir bereits, dass sich der Muttertumor in der Lunge befindet. In diesem Fall ist die Mediastinoskopie zum Nachweis oder zum Ausschluss eines Tumorbefalls der Lymphknoten erforderlich, um dann entscheiden zu können, ob man den Tumor besser durch eine Operation oder durch eine Chemotherapie oder Bestrahlung behandelt.

[nach oben](#)

Funktionsdiagnostik

Eine Operation ist für jeden Menschen belastend, nicht nur psychisch sondern auch körperlich. Junge und sonst gesunde Menschen haben so viel körperliche Reserven, dass sie die körperliche Belastung einer Operation möglicherweise gar nicht wahrnehmen und schon am Tag der Operation wieder essen, aufstehen und laufen können. Mit zunehmendem Alter und insbesondere mit zunehmender schwere der Erkrankung lassen diese Reserven jedoch nach. Eine Operation kann dann dazu führen, dass bestimmte Reserven aufgebraucht werden und das entsprechende Organsystem nicht mehr funktioniert. Mit Hilfe der Funktionsdiagnostik kann man bereits vor einer geplanten Operation herausfinden, wie groß die vorhandenen Reserven noch sind, um daraus das Risiko der Operation und vertretbare Operationsausmaß ableiten zu können. Eventuell kann man vor der Operation z.B. durch ein Medikament oder einen anderen kleineren Eingriff (z.B. am Herzen) noch Reserven mobilisieren. In der Lungenchirurgie spielt in diesem Zusammenhang die Abklärung der Lungenfunktion eine entscheidende Rolle. Zur Abklärung der Lungenfunktion und Reserven der Lunge führen wir in Abhängigkeit von der Erkrankung folgende Untersuchungsmethoden durch:

- Blutgasanalyse
- Spirometrie
- Ganzkörperphletismographie
- Lungenperfusionsszintigraphie
- Ergospirometrie

[nach oben](#)

Blutgasanalyse (BGA)

Die Blutgasanalyse ist eine häufig durchgeführte Untersuchung. Wie der Name sagt, werden hierbei Gase im Blut gemessen, genauer gesagt Gasdrücke, und zwar von Sauerstoff und Kohlendioxid. So kann man eine Aussage machen, wie gut die Lunge eines Patienten den Sauerstoff ins Blut und das Kohlendioxid aus dem Blut befördert. Für die Untersuchung wird das Ohrläppchen mit einer Salbe eingerieben, welche die Durchblutung fördert. Anschließend werden über einen kleinen Stich in das nun gut durchblutete Ohrläppchen ein paar Blutropfen (sogenanntes Kapillarblut) gewonnen, welche mit einem kleinen Röhrchen aufgenommen und dann von einem Blutgasanalysegerät untersucht werden. Nach einer kurzen Zeit druckt das Gerät einen kleinen Zettel mit den entsprechenden Werten aus. Anhand der Werte kann man z.B. beurteilen, ob in Heimsauerstoffgerät erforderlich ist.

[nach oben](#)

Spirometrie

Spirometrie heißt übersetzt "Atemmessung". Die Spirometrie stellt die einfachste Methode zur Untersuchung der Lungenfunktion dar und ist eine Routineuntersuchung vor jeder Lungenoperation. Sie misst atemabhängige Volumenschwankungen an der Mundöffnung. So lassen sich z.B. messen, wieviel Liter Luft ein Patient maximal ausatmen kann, oder wieviel Luft in Ruhe ein- und ausgeatmet werden. Zudem untersucht die Spirometrie, wie schnell diese Volumina ein- oder ausgeatmet werden können, man erhält also den

Atemfluss mit der Einheit Liter pro Sekunde. Hierzu ein Beispiel: Patient A und Patient B atmen nach einem möglichst tiefen Atemzug jeweils 5 Liter Luft aus. Nun wird nicht nur das Volumen sondern auch die Zeit gemessen, innerhalb derer das Volumen ausgeatmet wird und folgendes wird festgestellt: Während Patient A relativ schnell die Luft ausatmet, dauert es bei Patient B viel länger. Patient B gelingt es also entweder nicht so viel Druck wie Patient A aufzubauen, oder er muss die Luft gegen einen höheren Widerstand ausatmen. Letzteren Fall findet man häufig bei langjährigen Rauchern, wo der andauernde Zigarettenkonsum das Bronchialsystem derart geschädigt hat, dass die Bronchien verengt sind und die Luft nicht mehr so gut ausgeatmet werden kann. Man nennt diese Erkrankung auch COPD als Abkürzung für Chronic Obstructiv Pulmonary Disease, also chronisch obstruktive Lungenerkrankung. Das Wort "obstruktiv" weist dabei auf die Verengung der Bronchien hin. Mit der Spirometrie lassen sich diese und andere Atemstörungen feststellen. Sie liefert so wichtige Hinweise darauf, ob und wie gut ein Patient z.B. eine geplante Teilentfernung der Lunge tolerieren wird.

nach oben

Ganzkörperplethysmographie

Die Ganzkörperplethysmographie wird ergänzend zur Spirometrie durchgeführt. Hierfür setzt sich der Patient in eine geschlossene Kammer, die wie eine Telefonkabine aussieht. Die physikalische Grundlage dieser Untersuchung ist das Boyle-Mariotte-Gesetz welches besagt, dass $\text{Druck} \times \text{Volumen}$ konstant ist: Bei dem Versuch, durch ein verschlossenes Mundstück auszuatmen, nimmt in den Atemwegen das Volumen ab und der Druck zu; in der geschlossenen Kammer hingegen verhält es sich genau umgekehrt. Daraus lässt sich berechnen, wieviel Volumen Luft am Ende einer normalen Ausatmung noch in der Lunge ist. Von der Spirometrie weiss man zudem, wieviel Volumen der Patient nach einer normalen Ausatmung unter Anstrengung noch weiter ausatmen kann. Subtrahiert man nun die beiden Volumina erhält man die Luftmenge, die nach einer maximalen Ausatmung noch in der Lunge verbleibt, das sogenannte Residualvolumen. Ist dieses erhöht ist die Lunge chronisch überbläht.



Abb. 5: Bei der Ganzkörperplethysmographie setzt sich der Patient in eine geschlossene Kammer, die wie eine Telefonkabine aussieht (rechts). Er wird bei dieser Lungenfunktionsuntersuchung stets von einer speziellen ausgebildeten Assistentin (links) betreut und angeleitet.

Ergospirometrie

Ergospirometrie heißt übersetzt "Atemmessung unter Belastung". Diese Untersuchung wird auch in unserem Klinikum durchgeführt. Der Patient sitzt hierbei auf einem Standfahrrad und wird einer konstant zunehmenden körperlichen Belastung ausgesetzt. Geschwächte Patienten werden zur Sicherheit auf eine Liege gelegt, hier müssen sie dann auf einem Bettfahrrad treten. Während sich der Patient also zunehmend anstrengen muss werden viele Messungen durchgeführt (Spirometrie, Blutgasanalysen, Herzfrequenz, Blutdruck, EKG, usw.). So bekommt man ein detailliertes Bild über die noch vorhandenen Reserven der verschiedenen Organsysteme insbesondere der Lunge und des Herzens. Somit lässt sich vor einer Operation besser abschätzen, ob und wie gut ein Patient z.B. eine geplante Teilentfernung der Lunge tolerieren wird. Wenn die Untersuchung zu anstrengend wird, beendet der stets anwesende Arzt die Ergospirometrie, damit sie dem Patienten nicht unangenehm ist.

[nach oben](#)[zurück](#)

Letzte Aktualisierung: 2. Dezember 2011 / [webmaster](#)