Ergänzungen und Folgerungen für Diagnostik und Therapie

Autor(en): **Herzog, H.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie Suisse des Sciences Medicales = Bollettino dell' Accademia Svizzera delle Scienze Mediche**

Band (Jahr): **27 (1971)**

PDF erstellt am: **30.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-307889

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Aus der Abteilung für Atmungskrankheiten (Leiter: Prof. H. Herzog) der Medizinischen Universitätsklinik (Vorsteher: Prof. F. Koller), Basel

Ergänzungen und Folgerungen für Diagnostik und Therapie

H. Herzog

A. Funktionsdiagnostik

1. *Vorbemerkung betreffend Relativ- und Absolutwerte.* – Wichtig ist zunächst festzuhalten, dass nuklearmedizinische Methoden im allgemeinen lediglich Relativwerte für Belüftung und Durchblutung liefern können. Die zugehörigen Absolutwerte für alveoläre Ventilation und Durchblutung müssen mittels konventioneller Techniken wie Spirometrie oder Herzminutenvolumenbestimmung durch Katheterisierung des kleinen Kreislaufs gemessen werden. Sollen beispielsweise Absolutwerte für die Belüftung eines bestimmten Lungenteils direkt mit der Xenonmethode gemessen werden, so muss das radioaktive Gas der Lunge über eine Spirometerglocke, an der der Explorand atmet, zugeführt werden. Von der in dieser Weise volumetrisch bestimmten Gesamtventilation kann dann über die Relativwerte der Xenonverteilung auf die Absolutwerte der lokalen Lungenbelüftung geschlossen werden.

2. *Brauchbarkeit der nuklearmedizinischen Verfahren für die Beurteilung der Operabilität vor thoraxchirurgischen Eingriffen.* – Für die Beurteilung der Operabilität vor thoraxchirurgischen Eingriffen, vor allem Lungenresektionen, ist die Kenntnis der globalen Ventilations-, Diffusions- und Perfusionsreserven oft unzureichend. Die Lokalisierung von Lungenteilen mit erhaltener Lungenfunktion ist jedoch bei knappen globalen Funktionsreserven für die Indikation zur Resektion von Lungengewebe oft entscheidend.

Am häufigsten handelt es sich darum, vorherzubestimmen, ob nach der Resektion einer ganzen Lunge die verbleibende Lungenseite in der Lage sein wird, den Gasaustausch des Körpers sowohl unter Ruhebedingungen als auch bei mässiger muskulärer Belastung voll zu bewältigen. Vor der Einführung nuklearmedizinischer Methoden wurde diese Frage mittels Bronchospirometrie abgeklärt, wobei über einen unter Lokalanästhesie in die Luftwege eingeführten doppelläufigen Katheter, Sauerstoffaufnahme bzw. Durchblutung und Ventilation jeder Einzellunge auf einem Doppelspirographen registriert wird. Diese Methodik liefert zwar zuverlässige Resultate, ist aber für den Patienten oftmals belastend.

Die Messung der relativen Durchblutung beider Lungen kann heute mit

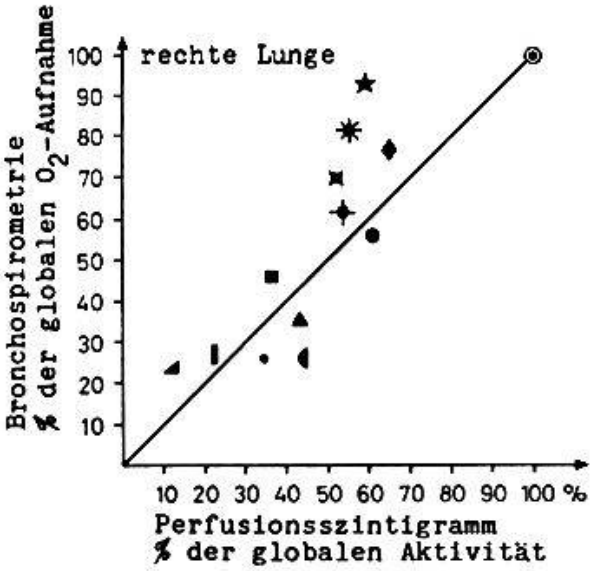

Abb. 1.

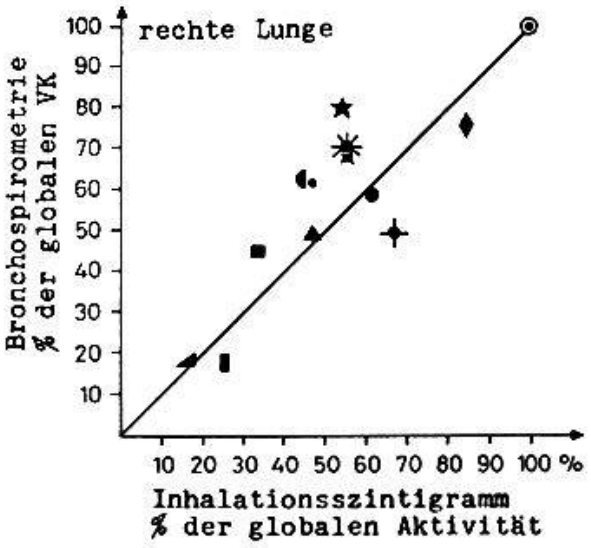

Abb. 2.

Abb. 1. Korrelation der bronchospirometrisch bestimmten Sauerstoffaufnahme (Ordinate) der rechten Lunge, die als Indikator für die Durchblutung verwendet wird, mit der relativen Radioaktivität über derselben Lunge (Abszisse) nach intravenöser Injektion von mit Radiojod markiertem makroaggregiertem Albumin (Perfusionsszintigramm). – Nach HERZOG u. Mitarb. [1].

Abb. 2. Korrelation der bronchospirometrisch bestimmten Ventilation (Ordinate) der rechten Lunge mit der relativen Radioaktivität über derselben Lunge (Abszisse) nach Inhalation eines Aerosols von kolloidalem Radiogold mit einem druckgesteuerten Respirator (Inhalationsszintigramm). – Nach HERZOG u. Mitarb. [1].

Hilfe des Perfusionsszintigramms nach intravenöser Injektion von mit radioaktivem Jod bzw. Technetium markiertem makroaggregiertem Albumin oder von in physiologischer NaCl-Lösung gelöstem radioaktivem Xenon ebenso genau, jedoch viel schneller und ohne jede Belastung des Patienten erfolgen. Bei vielfachen Vergleichen des Relativwertes für die O_2-Aufnahme bzw. die Durchblutung beider Lungenseiten, die mittels Bronchospirometrie bzw. Perfusionsszintigramm gewonnen wurden, haben wir eine befriedigende Übereinstimmung der Resultate konstatieren können (Abb. 1), so dass wir glauben, mindestens für die Bestimmung der relativen Durchblutung beider Lungenseiten endgültig auf die Bronchospirometrie verzichten zu können.

Die Messung der relativen Belüftung beider Lungen mit nuklearmedizinischer Technik lässt sich anhand von Szintigrammen durchführen, die entweder durch Inhalation eines radioaktiven Aerosols, z. B. eines mit Technetium-99^m markierten Schwefelkolloids, oder aber durch Einatmen eines radioaktiven Gases, z. B. Xenon-133, erstellt werden. Zwar hatte bereits früher ein Vergleich unserer Relativwerte für die Lungenbelüftung, die mit Bronchospirometrie bzw. Inhalationsszintigramm gewonnen worden waren, eine befriedigende Übereinstimmung ergeben (Abb. 2). Indessen hat sich doch seither gezeigt, dass innerhalb der nuklearmedizinischen Methodik die Xenoninhalation derjenigen von technetiummarkiertem Kolloid

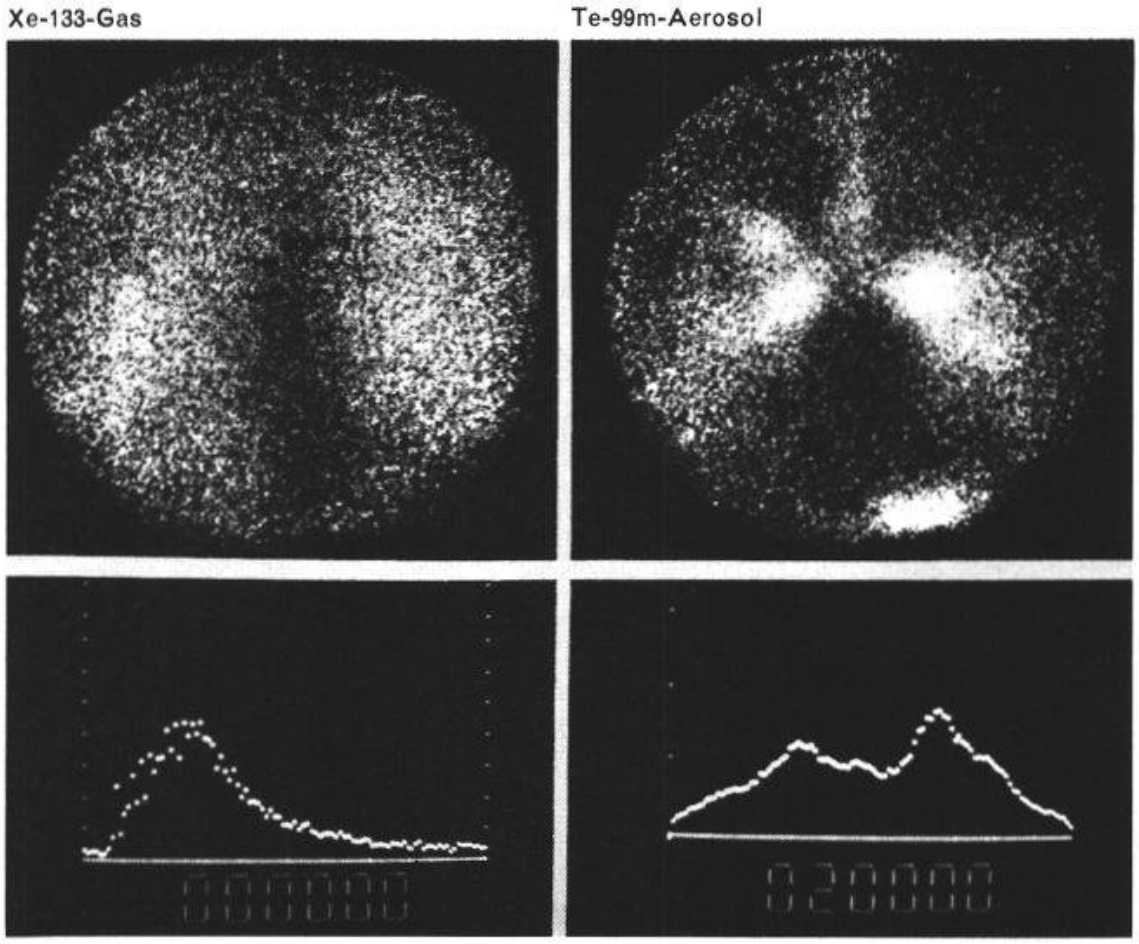

Abb. 3. Inhalationsszintigramm (oben) und Aktivitätsprofile (unten) eines Patienten mit chronisch obstruktiver Bronchitis und Lungenemphysem, links nach Inhalation von Xenon-133-Gas, rechts nach Inhalation von Technetium-99^{m}-Aerosol. – Nach LOCHER u. Mitarb. [2], s. Text.

vorzuziehen ist. Zwar besteht bei Gesunden oder bei Kranken mit rein restriktiver Lungenkrankheit kaum ein Unterschied im Ergebnis der beiden Methoden. Bei allen Patienten mit obstruktiver Lungenkrankheit zeigen jedoch die mit Aerosolinhalation erstellten Szintigramme eine charakteristische zentrale Konzentration der Aktivität, weil infolge verstärkter Turbulenz der bronchialen Luftströmung ein grosser Teil des inhalierten Aerosols sich bereits in den grossen Luftwegen niederschlägt und somit nur noch ein geringer Teil in die Lungenperipherie gelangt. Bei ungleichmässig lokalisierter Obstruktion kann so ein völlig falsches Bild der tatsächlich vorhandenen Ventilationsverteilung auf beide Lungen entstehen. Im Gegensatz dazu unterliegt Xenon-133 als Gas dem Gesetz des vermehrten Niederschlags bei vergrösserter Turbulenz nicht und liefert auch bei hohem Obstruktionsgrad ein getreues Bild der relativen Belüftung beider Lungen (Abb. 3).

Im Gegensatz zur Bestimmung der relativen Durchblutung und Belüftung der rechten und der linken Lunge ist die Messung des lokalen Ventilation/Perfusions-Verhältnisses in den einzelnen Abschnitten einer Einzellunge ausschliesslich nuklearmedizinischer Technik vorbehalten. So ist es durch Kombination des Perfusions- mit dem Inhalationsszintigramm leicht möglich,

lokale Störungen des Belüftungs-/Durchblutungs-Verhältnisses innerhalb eines Lungenteils festzustellen. Beispielsweise kann ein massiver Shunt in einer Lunge anhand eines sehr niedrigen örtlichen $\dot{V}/\dot{Q}$-Quotienten anatomisch lokalisiert und der chirurgischen Sanierung durch Resektion des betreffenden Lungenteils zugeführt werden. Damit gewinnt die nuklearmedizinische Technik eine zusätzliche Bedeutung für die präoperative Diagnostik.

B. Klinische Diagnostik

Die Aussagekraft nuklearmedizinischer Methoden beschränkt sich, wenigstens auf dem Gebiet der Atmungsorgane, vorderhand auf rein funktionelle Parameter, d. h. auf die Darstellung der relativen Durchblutung bzw. Belüftung verschiedener Lungenabschnitte. Sichere Schlüsse auf die Ätiologie oder die anatomische Natur einer Läsion sind auf Grund einer Störung des szintigraphisch dargestellten Ventilation/Perfusions-Verhältnisses allein kaum je möglich.

Dies gilt beispielsweise auch für den Versuch, den Perfusionsausfall in bestimmten Lungenabschnitten zur Stützung der Diagnose Lungenembolie heranzuziehen. Ein Perfusionsausfall kann bekanntlich nicht nur durch eine embolische Verstopfung des Gefässlumens, sondern auch durch eine Kontraktion der Arteriolen bei Hypoventilation des betreffenden Lungengebietes entstehen. Mit Hilfe eines Xenon-133-Inhalationsszintigramms, das gleichzeitig oder unmittelbar vor oder nach dem Perfusionsszintigramm erstellt wird, kann zwar diese zweite, weitaus häufigere Ursache für mangelnde Durchblutung eines Lungenteils ausgeschlossen oder bestätigt werden. Indessen ist eine Differentialdiagnose dieser Art nur bei ganz frischen Lungenembolien möglich, d. h. innerhalb der Zeitspanne, während der die von der Durchblutung abgeschlossenen Alveolen noch belüftet sind. Einige Stunden später füllen sie sich oft mit reaktivem Exsudat, d. h. es entsteht ein Lungeninfarkt, so dass der Perfusionsausfall durch einen Ausfall der Ventilation ergänzt wird. Zu diesem Zeitpunkt ist es für die oben beschriebene Differentialdiagnose zwischen primärem und sekundärem Ausfall der Durchblutung zu spät. Leider erlaubt es der Zustand der Patienten nach massiver Lungenembolie eher selten, die kombinierte Szintigraphie im adäquaten Zeitpunkt nach der Embolie durchzuführen. Bei geringfügiger Embolisierung, welche nur kleine Lungenabschnitte betrifft, ist andererseits der Aussagewert der nuklearmedizinischen Methode fraglich. Hat sich einmal ein Lungeninfarkt ausgebildet, so führt ausschliesslich die pulmonale Arteriographie zur sicheren Diagnose.

Analoge Überlegungen lassen auch an der Möglichkeit zweifeln, das Inhalationsszintigramm zur Diagnostik des Lungenemphysems heranzuziehen. In der Tat zeigt sich bei schwerem Lungenemphysem im Szintigramm, das nach Inhalation eines durch Technetium 99^m markierten Aerosols registriert wird, oft eine charakteristische Schmetterlingsfigur, welche einem Nieder-

schlag der Hauptmasse der strahlenden Substanz in den grossen Bronchien in Hilusnähe entspricht (Abb. 3, rechts). Neuere Untersuchungen haben uns gezeigt, dass dieser zentrale Niederschlag des Aerosols lediglich die Diagnose einer erhöhten Turbulenz der Luftströmung in den zentralen Luftwegen erlaubt, wie sie auch bei anderen, nicht emphysematischen obstruktiven Lungenkrankheiten auftreten kann. Wird in solchen Fällen nach Inhalation von Xenon-133-Gas szintigraphiert, so ist keine perihiläre Ansammlung der Radioaktivität mehr festzustellen, sondern es zeigt sich eine stark inhomogene Verteilung der Lungenbelüftung, wie sie für obstruktive Ventilationsstörungen charakteristisch ist (Abb. 3, links).

C. Therapie

1. Nuklearmedizinische Verfahren haben wesentlich zur Festlegung des optimalen Vorgehens für die Aerosoltherapie bronchopulmonaler Erkrankungen beigetragen. So haben unsere Untersuchungen eindeutig ergeben, dass für eine optimale Inhalationsbehandlung obstruktiver Bronchopneumopathien folgende Bedingungen zu beachten sind: a) Verwendung eines Gerätes, das eine passive Inhalation mit Überdruck erlaubt. b) Langsame Inspiration bzw. niedriger inspiratorischer Flow. c) Anordnung des Zerstäubers im Hauptstrom der Einatmungsluft und nicht in einem Seitenarm des Atemrohrs. d) Erzeugung des Aerosols durch eine Düse und nicht durch Ultraschall. e) Einatmung durch Mundstück und nicht durch Atemmaske.

Unter diesen Umständen ist nach unseren Messungen eine maximale Deponierung von Feuchtigkeit und Medikamenten im Bronchialsystem gewährleistet.

2. Nuklearmedizinische Techniken sind auch für die objektive Kontrolle des Verlaufs von Lungen- und Luftwegerkrankungen unter Therapie sehr geeignet.

Die Besserung einer diffusen Obstruktion der Luftwege nach bronchol ytischer Therapie kann z. B. anhand der gleichmässigeren Ventilationsverteilung im Inhalationsszintigramm eindrücklich demonstriert werden.

Die Behebung einer lokalisierten Luftwegverengung, z. B. durch Rückbildung eines Bronchialkarzinoms unter Röntgenbestrahlung, ist ohne Belastung des Patienten anhand der Normalisierung des Ventilations–Perfusionsverhältnisses im betroffenen Lungengebiet bequem zu verfolgen.

Dasselbe gilt für die Kontrolle der Rückbildung von thromboembolischen Verschlüssen grösserer Lungengefässe unter der Behandlung mit antikoagulierenden oder fibrinolytischen Mitteln.

1. Herzog H., Fridrich R., Baumann H. R. und Endrei E.: The use of pulmonary radioisotope scanning and bronchospirometry to assess disturbances in ventilation and perfusion of the lungs. Respiration *26* Suppl. S. 204–218 (1969).
2. Locher J. Th. und Goerg R.: Lung scintigraphy after radioactive gas and aerosol inhalation. Proceedings of the IInd Congress of the European Society of Radiology, Amsterdam 1971. Excerpta Medica, Amsterdam (in press).