

Sensoren in der Lungendiagnostik

Ein Interview von All Sensors mit Dr. med. Heiner Steffen



Medizinische Niederdruck-Sensoren spielen in der Lungendiagnostik eine wichtige Rolle. Sie eignen sich ideal für Lungenfunktionstests (PFT) weil sie eine hohe Präzision und Zuverlässigkeit gewährleisten. Zu ihren Funktionen gehört die genaue Messung von Lungenvolumen, Kapazität und Flussrate. Daher sind diese Sensoren für umfassende Bewertungen unerlässlich, beispielsweise für die Diagnose von Atemwegserkrankungen wie Asthma und chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD). Sie helfen, Behandlungspläne zu erstellen, Krankheitsverläufe zu überwachen und die Wirksamkeit der verordneten Therapien zu bewerten.

Um den Einsatz der Sensoren und die Anwendung der Untersuchungsmethoden zu beschreiben, haben wir von All Sensors ein Interview mit Dr. med. Heiner Steffen, Facharzt für Innere Medizin, Pneumologie, Allergologie, Sportmedizin und Umweltmedizin geführt. Er leitet seit 25 Jahren eine eigene Praxis in Landsberg am Lech.



All Sensors GmbH
info@allsensors.eu
www.allsensors.eu

All Sensors: Vielen Dank Herr Dr. Steffen, dass Sie sich die Zeit nehmen für ein Interview. Welche Diagnostikverfahren sind essenziell zur Untersuchung der Lunge?

Dr. Steffen: Als Basisuntersuchung gilt die Spirometrie, gefolgt von der Bodyplethysmographie. Die Spirometrie ist essenziell für die Diagnose und Verlaufskontrolle von Atemwegserkrankungen. Sie wird als kleine Lungenfunktion bezeichnet und ist die Basisdiagnostik in der Lungenfunktionsanalytik. Es ist eine einfache Technik. Es wird eine Fluss-Volumen-Kurve erstellt. Diese Fluss-Volumen-Kurve ist eine Blickdiagnostik, mit der man sofort abschätzen kann, ob der Patient krank oder gesund ist und wo mögliche Krankheitsbilder sind. Hier muss der Patient aktiv mitarbeiten, deshalb wird diese Methode auch als dynamische Messung bezeichnet.

Die Bodyplethysmographie ist die große Lungenfunktion. Sie ist eine ganzheitliche Messung, die das gesamte Lungenvolumen erfasst, einschließlich des Residualvolumens, also der nicht mobilisierbaren Restluft. Zusätzlich wird der Widerstand in den Atemwegen gemessen. Die Bodyplethysmographie erfolgt in einer abgeschlossenen Kammer. Der Patient ist bei der Untersuchung inaktiv, deshalb handelt es sich um statische Messungen.

All Sensors: Welches sind die wichtigsten Messwerte in der Lungenfunktionsdiagnostik?

Dr. Steffen: Die Fluss-Volumen-Kurve kümert sich einerseits um die inspiratorische Kapazität, um die Expiration, den Peak expiratorischen Flow, das PEF und den Einsekundenwert, das FEV1, den großen Parameter der Atemwegsenge, der Atemwegsobstruktion. Und dann gibt es ein paar rechnerische Werte, die daraus folgen. Da finden auch Graduierungen des Krankheitsgrades statt, z. B. im Rahmen der chronisch obstruktiven Atemwegserkrankung.

All Sensors: Welche Rolle spielen Drucksensoren bei der Messung und welche Anforderungen müssen sie erfüllen?

Dr. Steffen: Die Sensorik muss schnell ansprechen und reproduzierbar sein. Das heißt, wenn der Patient aufgefordert wird drei, vier Mal die gleiche Dynamik zu erzeugen, dann sollte natürlich auch die Messtechnik in der Lage sein, verlässlich und wiederkehrend das Gleiche zu messen. Die Variabilität von Patientenseite ist in der Praxis meist viel größer, d. h. pustet der Patient richtig in das Spirometer, hat er ordentlich eingeatmet, und macht er das auch reproduzierbar.

In der Praxis misst die Sensorik korrekt. Es ist meist der Patient oder das Personal die Fehler machen. Aber dafür kann man in der Fluss-Volumen-Kurve Kriterien finden. Das sind die Prüfkriterien, eine Art Blickdiagnose. Man sieht, ob der Patient gehustet hat und ob er genug eingeatmet hat, um auch das an Volumen rauszubringen, was er soll. Messtechnik ist hilfreich, um Fehler des Patienten zu erkennen, wie Husten, Räuspern, nicht konstant ausatmen. Und um dem medizinischen Personal eine Validität zu geben und Messungen mit Störfaktoren zu erkennen. Hierfür braucht man intelligente Sensorik die exakt genug misst.

Das erfahrene Fachpersonal erkennt, welche Messungen nicht gelungen sind und nimmt z. B. von 5 Messungen nur den Mittelwert der drei besten. Wichtig ist die Gleichheit in der Messung, die Verlässlichkeit der Messung. Das ist wichtiger als der letzte Prozentbereich der Messgenauigkeit. In der Medizin geht es um prinzipielle Entscheidungen: Krank, gesund oder auf dem Weg zu krank. Da ist die Messtechnik viel genauer als die Genauigkeit unserer Diagnose.

All Sensors: Welche anderen Messgrößen werden in der Spirometrie noch gemessen?

Dr. Steffen: Feuchte, Temperatur, der Umgebungsdruck. Diese Größen braucht man, um den Einfluss der BTPS-Bedingungen des Körpers zu korrigieren. Früher mussten wir diese Parameter noch eingeben in den initialen Bodyplethysmographen. Man musste sie von einem Hygrometer und Thermometer ablesen und dann in den Computer eingeben. Und bei Temperaturschwankungen im Tagesverlauf musste der Vorgang wiederholt werden. Hier hilft die Sensorik den Vorgang zu automatisieren und das Personal zu entlasten.

All Sensors: Wäre es auch interessant, die Sensorik weiter zu miniaturisieren oder auch mehrere Sensoren in einem Gehäuse zu integrieren?

Fachbegriffe

Fluss-Volumen-Kurve:

Die Fluss-Volumen-Kurve ist eine grafische Darstellung der Atemstromstärke in Abhängigkeit vom Lungenvolumen. Auf der y-Achse steht der Fluss in L/s, auf der x-Achse das Lungenvolumen in Litern. Sie ist ein zentrales Auswertungselement der Spirometrie und hilft vor allem dabei, obstruktive und restriktive Ventilationsmuster zu erkennen. Die Kurve zeigt typischerweise einen steilen Anstieg zu Beginn der Ausatmung, gefolgt von einem abfallenden Plateau bis zur vollständigen Expiration.

PEF:

Der Peak Expiratory Flow (PEF) ist die maximale Luftströmung, die beim kräftigen Ausatmen erreicht wird und dient der Überwachung der Lungenfunktion, insbesondere bei Asthma und COPD.

FEV1:

FEV1 steht für forciertes expiratorisches Volumen in einer Sekunde

(Einsekundenkapazität). Es ist das Luftvolumen, das nach maximaler Einatmung innerhalb der ersten Sekunde forciert ausgeatmet werden kann und ein zentraler Indikator für die Lungenfunktion.

COPD:

COPD steht für „chronic obstructive pulmonary disease“ und bezeichnet eine chronische Verengung der Atemwege (Atemwegsobstruktion), bei der die Lunge dauerhaft geschädigt und insbesondere die Ausatmung erschwert ist.

BTPS:

BTPS steht für Body Temperature, Pressure, Saturated und beschreibt die Bedingungen in der Lunge: 37 °C Körpertemperatur, Umgebungsdruck und mit Wasserdampf gesättigte Luft. Diese Normierung wird in der Lungenfunktionsdiagnostik verwendet, damit gemessene Fluss- und Volumenwerte auf die tatsächlichen Verhältnisse im Körper umgerechnet werden können.

müssen. Daher sind die Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität der Sensoren über einen Zeitraum von 10, 15 oder 20 Jahren sehr wichtig.

All Sensors: Inwieweit sehen Sie aktuell Veränderungen durch die KI in der Diagnostik? Kann KI z. B. im Auswertungsprozess unterstützen?

Dr. Steffen: Auswertung wäre ja so eine Art Vorschlag für eine Diagnose, so wie wir das bei den EKGs haben. Ich finde es gut, wenn der Arzt eine Hilfe bei der Interpretation hat, oder einen Hinweis und Vorschlag bekommt. Aber trotzdem sollte er natürlich Herr des EKG-Papiers oder der grafischen Darstellung der Fluss-Volumen-Kurve sein.

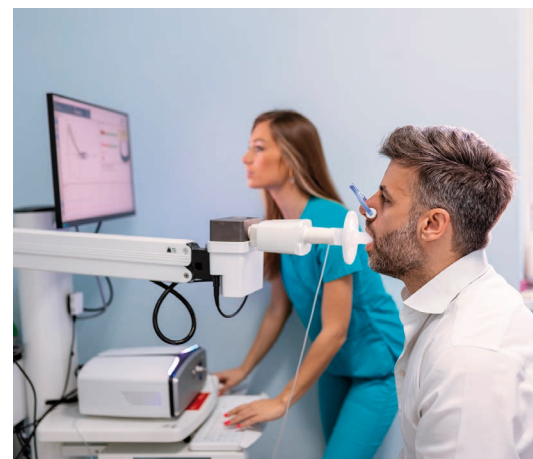
KI könnte auch bei der Messung helfen. Bei der Frage welche Messung ist schlecht? Wo hat der Patient Volumenschwankungen in der Aus- und Einatmung? Wenn der Algorithmus bei der Auswahl der Messungen mit der besten Qualität hilft, kann KI das medizinische Personal unterstützen und den Prozess verbessern. Besonders bei der Auswertung von Messungen in eng definierten Grenzen kann man von KI bessere Ergebnisse erwarten als vom Menschen.

Die Zukunft der KI liegt in der Anwenderfreundlichkeit und der Mitgestaltung bei der Interpretation. Die spirometrische Messung ist Physik und wird sich nicht ändern.

All Sensors: Sehen Sie noch weitere KI-Entwicklungen?

Dr. Steffen: KI könnte helfen, den diagnostischen Aufwand zu reduzieren durch immer intelligentere Kombination und Interpretation verschiedener Messparameter. Die Therapie fände dann vermehrt zu Hause statt mit mobilen Geräten, die man den Patienten mitgibt. Dies würde Arztbesuche reduzieren und Kosten im Gesundheitswesen sparen.

All Sensors: Vielen Dank für das Gespräch Herr Dr. Steffen! ◀



Dr. Steffen: Geräte, die man den Patienten mit nach Hause gibt, sollten kompakt und handhabbar sein bei gleichzeitig hoher Verlässlichkeit. Geräte für die Schlafapnoe-Diagnostik und zur Diagnostik obstruktiver Atemwegserkrankungen nehmen zu Hause über Tage und Wochen Messparameter auf, um sie dann zentral auszuwerten. Hier sind kleine Sensoren eine gute Antwort.

All Sensors: Wie oft müssen die Spirometer gereinigt oder kalibriert werden?

Dr. Steffen: Jeden Tag wird gemessen, ob das Volumen, das wir vorgeben – 3 Liter, geeichte Pumpe – dementsprechend auch unsere Kurve produziert. Gereinigt wird auch jeden Tag. Und die Filter werden individualisiert und weggeworfen oder dem Patienten mitgegeben für den nächsten Besuch. Vor die Sensorik sind Filter geschaltet, die sie vor Feuchtigkeit und Verschmutzung schützen.

Wichtig ist auch die intelligente Temperatorkompensation der Sensorik. In den Praxisräumen ist der Bodyplethysmograph im Tagesverlauf Temperaturschwankungen durch Sonneneinstrahlung und Verdunkelung ausgesetzt, die ausgeglichen werden müssen. Die Kalibrierung über Temperatur muss sehr genau sein. Das erspart dem Personal das ständige manuelle nachkalibrieren der Nullkurve und erleichtert die Anwendung und verhindert Anwenderfehler.

All Sensors: Welche Kenngrößen des Sensors wie z. B. Ansprechzeit, Genauigkeit und Langzeitstabilität sind am wichtigsten und

welche Verbesserungen oder Entwicklungen wären hier wünschenswert?

Dr. Steffen: Ich glaube, die Verlässlichkeit in der Querschnittsuntersuchung ist sehr wichtig. Wenn der Patient heute kommt und dann kommt er in ein paar Monaten oder in einem Jahr wieder, muss die gleiche Verlässlichkeit in der diagnostischen Qualität gewährleistet sein. Oder wenn ich Therapien umstelle, und der Patient wiederholt in die Praxis kommt. Da erwarte ich, dass meine Messungen vergleichbar sind über einen längeren Zeitraum. Nur so können sie Grundlage meiner Therapieentscheidung sein. Ob das Gerät einen Milliliter mehr oder weniger misst, hat da nicht so viel Einfluss auf die Entscheidung ob und wie ich den Patienten behandle. Die Verlässlichkeit im Querschnitt über die Langzeit ist die wichtigste Größe. Und je weniger der Arzt über die Messtechnik nachdenkt, je verlässlicher und stabiler ist sein System und desto besser ist es mutmaßlich.

Das andere ist die schnelle Response des Sensors. Hier ist wichtig, dass man gerade bei dynamischen Prozessen nicht irgendwo entscheidende Informationen verliert.

All Sensors: Wie lange ist die Lebensdauer dieser Geräte?

Dr. Steffen: Jahrzehnte. Man wechselt einen Bodyplethysmograph eigentlich nur, wenn man die Praxisräume wechselt oder wenn das Gerät in die Jahre gekommen ist und der Verschleiß zu hoch wird, also z. B. Dichtungsringe zu oft Fehler verursachen und getauscht werden