

Elektronische Datenverarbeitung in der Pneumologie

R. Schindl

Abteilung für Pneumologie am öffentlichen Krankenhaus der Elisabethinen
(Vorstand: Prim. Dr. R. Schindl), Linz/Donau

Electronic Data Processing in Pneumology

Abstract. The development of pneumological functional diagnostics, as well as changes in the general structure of this special field, follow a wave of related data. The processing of this data by relatively inexpensive electronic technic is practically presented using a constructional principal. Programs are worked out for all conventional respiratory functional methods of examination, including bodyplethysmography with alpha-numeric text, which now is also used routinely in "on-line-processing" in clinical practice.

Mainly the Amrein values are used as predicted values according to implementation for electronic data processing. Also mentioned are the possibilities of use for documentation, collection for archives, and statistics for other pneumological methods of diagnostics and therapeutics (e. g. bronchoscopy, thoracoscopy, etc.). A pneumological key for diagnostics is discussed. A continued working toward full utilization of this process with similar teams, appears necessary for bringing this branch of medicine up to date.

Key words: Electronic Data Processing — Pneumological Functional Diagnosis — Pneumological Diagnostics and Therapeutics — Predicted Values of Respiratory Function — Pneumological Documentation.

Zusammenfassung. Die Entwicklung der pneumologischen Funktionsdiagnostik aber auch der Strukturwandel des Fachgebietes selbst folgern einen vermehrten Datenanfall. Seine Verarbeitung mit mittlerer elektronischer Datentechnik wird im Baukastenprinzip realisierbar vorgestellt. Es wurden für sämtliche konventionellen atemphysiologischen Untersuchungsmethoden einschließlich der Bodyplethysmographie Programme mit Klartext-Interpretation erarbeitet, die nunmehr auch im on-line-Verfahren bereits im klinisch-praktischen Routinebetrieb eingesetzt sind. Als Normwerte wurden hauptsächlich jene von Amrein nach EDV-gerechter Implementierung eingebaut. Weiters werden die Verwendungsmöglichkeiten bei der Dokumentation, Archivierung und Statistik sonstiger pneumologischer Diagnostik- und Therapiemethoden, so der Bronchoskopie, Thorakoskopie, ein pneumologischer Diagnose-schlüssel erwähnt. Eine Fortsetzung dieser Entwicklungsarbeit zusammen mit gleichen Arbeitsgruppen zur Ausnutzung der EDV scheint notwendig und zweckvoll.

Einen besonderen Fortschritt erlebte die Funktionsdiagnostik auch im pneumologischen Bereich. Man ist daher bestrebt, dem damit verbundenen vermehrten Meßwertanfall mit der elektronischen Datenverarbeitung zu begegnen. Es wird an die relativ perfektionierte Anlage von Gaensler [24] erinnert, die allerdings an den speziellen Meßplatz gebunden ist und keine Bodyplethysmographie berücksichtigt, ferner an die überwiegend bei der Spiroergometrie verwendeten Tischcomputer oder auch größeren Datenverarbeitungsanlagen [3, 12, 27] ebenso wie an die Möglichkeit einer off-line-Auswertung [17].

Zu Beginn unserer Beschäftigung mit diesem Problem lag keine uns zufriedenstellende, komplette oder finanziell diskutable Maschinenkonfiguration bzw. Programmierung vor.

Lösungsziel

Wir setzten uns folgende Zielvorstellung: Die EDV sollte billiger als bereits konzipierte Systeme bzw. Programme und somit realisierbar und im Baukastenprinzip erstellbar sein. Sie sollte nicht nur biophysikalisch-biochemische Aufgaben [9] eines Atemfunktionsmeßplatzes sondern auch andere pneumologische Fragestellungen zum Vorteil des Informationsflusses ermöglichen. Eine Speicherung und Archivierung der Daten mit leichtem Zugriff sollte erreicht werden [32] mit möglicher Integration in Großanlagen. Eine Klartextausgabe sollte eine Befundverdichtung und brauchbare Information auch für den weniger atemphysiologisch Informierten erbringen.

Lösungsversuch

Zusammenfassend ergibt sich nach etwa einjähriger Verfolgung dieses Zieles folgendes Bild des bislang erreichten Standes, worüber im einzelnen anschließend berichtet wird.

Es wurde als Basiseinheit ein Tischcomputer¹ gewählt, angeschlossen an einen Atemfunktionsmeßplatz Modell E. Jaeger, Würzburg, der in der Preislage mehrerer konventioneller Schreibmaschinen, eine nicht nur statthafte, sondern auch gefragte Feststellung, durchaus erschwinglich ist, später ergänzt durch Lochstreifenstanzer- und Leser, Magnetbandeinheit und Klartextschreibmaschine. Der Tischcomputer wurde von uns so programmiert, daß er die Datenverarbeitung aller konventioneller atemphysiologischer Untersuchungsmethoden ermöglicht². Es wurden in eigener Zusammenarbeit mit Computertechnikern folgende Programme erstellt: 1. Basisdokumentation, 2. Spirographie, 3. Bodyplethysmographie, 4. Korrelierte Spiro-Bodyplethysmographie, 5. Respiratorischer Quotient in Ruhe, 6. Alveoläre Ventilation, 7. Single breath Diffusions-Kapazität, 8. Pharmakodynamische Untersuchung, 9. Steady-state-Diffusions-Kapazität, 10. Ergospirographische Untersuchung.

Es wurde ferner eine Methode programmiert, die atemphysiologische Meßgrößen für mehrere der erwähnten Untersuchungsmethoden gleichzeitig verwendet, so daß in einem Untersuchungsgang in einem Zeitraum von etwa 10 min die Werte der Spirographie, der Bodyplethysmographie, des Ruhe-RQ, der alveolären Ventilation und des Single-breath vorliegen. Dabei fällt eine enorme Information an für eine mehrdimensionale, repräsentative Diagnostik.

Wir haben ursprünglich obige Programme im off-line-Verfahren entwickelt und konnten später als weitere Ausbaustufe eine Interface-Speichereinheit erstellen³, wodurch die direkte Abnahme der Daten im on-line-Verfahren vom Atemfunktionsmeßplatz und die Weitergabe an den Tischcomputer möglich wurde. Die Meßgrößen brauchen also nicht mehr wie im ursprünglichen off-line-Betrieb per Hand eingegeben werden. Das gilt auch für die Werte der Bodyplethysmographie, die somit erstmals im klinischen Routinebetrieb von einem Tischcomputer ebenfalls on-line übernommen werden können.

Ein zusätzlich angeschlossener Lochstreifenstanzer- und Leser ermöglicht ohne Mehrarbeit die gleichzeitige Dokumentierung [20], Archivierung und statistische Aus-

¹ Olivetti: P 602.

² Für die Zusammenarbeit bei der Programmierung danken wir den Herren R. Mach u. L. Vanicek.

³ Die Ausführung der Interface-Speichereinheit AM 5250 verdanken wir Herrn Ing. O. Fries, Datatronik-Wien.

wertung der Atemfunktionsdaten, ebenso wie aller anderen pneumologisch interessierenden Befunde. Der Lochstreifen realisiert somit eine pneumologische Datenbank.

Weiters gestattet eine angeschlossene Klartext-Ausgabemaschine die Werte aller oben erwähnten Untersuchungsmethoden numerisch und im Alpha-Text in Klarschrift mit Interpretation unter Bezug auf Sollwerte und Beziehung untereinander auszu-drucken.

Untersuchungsablauf

Vor Untersuchungsbeginn werden zur Basisdokumentation die Personaldaten aller Patienten, die in einem bestimmten Zeitabschnitt, etwa im Verlaufe der nächsten Stunden, untersucht werden, eingegeben. Dadurch kann die Untersuchung der Atemfunktion selbst ohne Störung und Zeitverlust absolviert werden. Alternativ können die Daten aber auch erst unmittelbar vor der Untersuchung selbst eingegeben werden. Bei der Eingabe der Personaldaten werden Alter, Größe, Gewicht, auch die codierte Diagnose u. a. berücksichtigt. Daraus ist eine Berechnung der Sollwerte für die Atemfunktionsgrößen möglich und letztlich auch die sollwertbezogene Interpretation im Klartext.

Die Kontrollen über die tatsächlich gegebene Kooperation erfolgt visuell wie bislang teils am Verlauf der unverändert beibehaltenen Kurvenschreibung. Wenn trotzdem letztlich bei der Durchführung der Atemfunktionsuntersuchung selbst keine optimale Kooperation erreicht wurde, kann der bereits in den Computer eingegangene Wert sofort wieder gelöscht und die Untersuchung wiederholt werden. Zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt können die Daten geordnet, dem jeweiligen Patienten zugeteilt, unabhängig von der Reihenfolge der Aufnahme bzw. Absolvierung, abgerufen und ausgedruckt werden. Dadurch ist es beispielsweise möglich, bei einem Patienten die Untersuchung zu unterbrechen, einer inhalativen Provokation oder pharmakodynamischen Funktionsprobe zuzuführen, andere Patienten mit Routineuntersuchungen vorzuziehen und später beim ersten Patienten wieder fortzusetzen. Die Kontinuität bleibt durch den Ausdruck gewahrt, ebenso wie die Möglichkeit zu Korrelationsangaben zwischen den Werten einzelner Untersuchungsmethoden z. B. Spirographie — Bodyplethysmographie.

Im folgenden sollen die einzelnen Untersuchungsmethoden und sonstigen Verwendungsmöglichkeiten unserer EDV-Anlage angeführt werden.

Spirographie

Bei der Spirographie werden im Klartext von unserer Anlage folgende Meßgrößen berücksichtigt (Tabelle 1).

Die Interpretation ist durch methodische Eigenheiten und individuelle Normverteilung sicher schwierig [30]. Unter Anlehnung an das Quadrantensystem zur Veranschaulichung der Differentialdiagnose der Ventilationsstörungen aus relativer Sekundenkapazität und Vitalkapazität von H. Bartels [2] wurden Werte über 70% des Sollwertes noch als normal bezeichnet. Im pathologischen Bereich werden zwei Gruppierungen vorgenommen, so daß insgesamt folgende Beurteilungsmöglichkeiten vorgesehen sind (Tabelle 2):

Tabelle 1

<i>Meßgröße</i>	<i>EDV-Ausdruck</i>
1 Atemzugvolumen	AV
2 Expirator. Reservevolumen	ERV
3 Inspirator. Reservevolumen	IRV
4 Vitalkapazität	VK
5 Sollwert-Vitalkapazität	VKSOLL
6 Verhältnis VK/VKSOLL	%VK
7 Tiffeneau	SECABS
8 Verhältnis Tiff/VK	SECREL
9 Atemminutenvolumen	AMV
10 Atemfrequenz	AF

Tabelle 2

<i>Klartext</i>	<i>Interpretation</i>
70 % VK ($\frac{0}{0}$) \leq 100	— „nicht restriktiv“
60 % VK ($\frac{0}{0}$) \leq 70	— „mäßig restriktiv“
0 = % VK ($\frac{0}{0}$) \leq 60	— „schwer restriktiv“
70 SECREL	— „nicht obstruktiv“
50 SECREL ($\frac{0}{0}$) \leq 70	— „mäßig obstruktiv“
0 = SECREL ($\frac{0}{0}$) \leq 50	— „schwer obstruktiv“

Tabelle 3

<i>Meßgröße</i>	<i>EDV-Ausdruck</i>
Total-Resistance	RT
Intrathorakales Gasvolumen	IGV
Intrathorakal. Gasvolumen-Soll	IGVSOLL
Verhältnis IGV — IGV Soll	% IGV

Die IGV-Sollwerte sind nach Ulmer berechnet [30]. Die Interpretation sieht folgende Gruppierungen vor:

<i>Klartext</i>	<i>Interpretation</i>
$0 \leq RT$	≤ 3 — „RT nicht erhöht“
$3 < RT$	≤ 5 — „RT mäßig erhöht“
$5 < RT$	≤ 10 — „RT mittelschwer erhöht“
$10 < RT$	— „RT schwer erhöht“
$0 \leq \% IGV (\frac{0}{0})$	≤ 100 — „IGV normal“
$100 < \% IGV (\frac{0}{0})$	≤ 150 — „IGV mäßig erhöht“
$150 < \% IGV (\frac{0}{0})$	— „IGV schwer erhöht“

Bodyplethysmographie

Über die methodischen Schwierigkeiten, die konventionellen Winkelgrößen bei der EDV-Verarbeitung elektronisch erfassbar zu ersetzen, haben wir bereits früher berichtet [24]. Es wurden die Funktionen aus den Koordinaten der Umkehrpunkte aufgrund der Höhe des Flow und der atemsynchronen Druckdifferenz für die EDV-Verarbeitung on-line verwendet. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist keine gleichermaßen im klinischen Routine-Einsatz realisierte völlige on-line-Abnahme der Bodywerte andernorts durch Tischcomputer bekannt. Im Klartext werden folgende Werte angegeben (Tabelle 3).

Zur weiteren funktionellen Differentialdiagnose kann der Typ der Bodykurve insofern berücksichtigt werden, als charakteristische Hinweise auf extra- bzw. intrathorakale Stenosen per Hand in den Computer eingegeben, im Klartext ausgedruckt werden [18].

Tiffeneau-Resistance-Korrelation

Tiffeneau und Resistance haben verschiedene Voraussetzungen [23]. Keller u. Herzog [15, 11] haben eine Beziehung zwischen Sekundenkapazität und Resistance an Hand einer Stabilitätskurve angegeben. Damit ist die erweiterte Funktionsdiagnostik obstruktiver Ventilationsstörungen und die Differenzierung zwischen druck- und volumenabhängiger Obstruktion möglich. Dieser Umstand wird in unserem Programm automatisch berücksichtigt. Im Klartext findet sich der Hinweis im Anschluß an die Bodyplethysmographie bei vorliegenden pathologischen Tiffeneau- bzw. Resistance-Werten ob eine volumen- oder druckabhängige Obstruktion anzunehmen ist.

Pharmakodynamische Untersuchung

Auch die pharmakologische Beeinflussbarkeit der Bronchomotorik ist im EDV-Routineprogramm berücksichtigt [8]. Hierbei werden funktionsbessernde, broncholytische, ebenso wie funktionsmindernde, Spasmus provozierende Pharmaka verwendet.

Der Klartext berücksichtigt automatisch, ob die Resistance broncholytisch unbeflußt, gebessert oder normalisiert ist. Bei der Provokation wird Histamin bzw. das weitgehend ähnliche Acetylcholin [28, 29] inhalativ appliziert. Erfolgt unter Berücksichtigung bestimmter Dosierung ein Anstieg der Resistance über 5,0 cm W/l/sec, so wird dies in Übereinstimmung mit anderen Autoren [10, 14] als pathologisch vermehrte bronchomotorische Reagibilität im Klartext vermerkt. Ähnlich verfahren wir bei der inhalativen Allergie-Diagnostik [7].

Alveoläre Ventilation

Die meßmethodische Vorgangsweise sieht die Untersuchung der alveolären Ventilation unmittelbar im Anschluß an die Spiro- und Bodyplethysmographie vor, so daß der Patient zur Messung in der Body-Kabine sitzen bleibt ohne störenden oder verzögernden Wechsel des Meßplatzes. Im Klartext werden folgende Funktionsgrößen bzw. EDV-Symbole vermerkt. Die Interpretation berücksichtigt bei den meisten Funktionsgrößen lediglich die Norm, eine Vermehrung oder Verminderung (Tabelle 4).

Tabelle 4

<i>Funktionsgröße</i>	<i>EDV-Symbol</i>	<i>Norm</i>
1 Atemminutenvolumen	AMV	
2 Alveoläre Ventilation	AMVA	$\geq 0,7$
3 Ventilationsraum	VA	$\geq 0,35$
4 Ventilationsverhältnis	Klartext	$\geq 0,7$
5 Totraumventilation (tot)	AMVDTOTAL	\leq Totraum 0,3
6 Totraumventilation	AMVD	
7 Ventilatorischer Totraum	VD	$\leq 0,2$
8 Totraumverhältnis	Klartext	$\geq 2,3$ u. kleiner
9 Funktioneller Totraum	VDF	$\leq 0,35$
10 Alveolärer Totraum	VDA	

Single-breath-CO-Diffusionskapazität

Aufgrund unserer bisherigen Erfahrungen ist dieses globale Maß der Effektivität des Gasaustausches [16] auch bei deutlicher Inhomogenität nicht immer ausgeprägt vermindert. Wir verwenden die Methode daher auch im Routineverfahren ohne Obstruktive grundsätzlich auszunehmen. Mit gewisser Einschränkung ermöglicht sie dabei eine Differenzierung zwischen reinem Asthma und Emphysem.

Im Klartext werden folgende Meßgrößen mit EDV-Symbolen und Interpretationen berücksichtigt.

KBS als Umrechnungsfaktor für BTPS und KAB als Zurechnungsfaktor von ATPS auf BTPS werden ebenfalls im Programm automatisch berechnet. Bei der Interpretation wird auf die Sollwerte von Burrows [5] Bezug genommen. Der damit erhaltene Wert der Diffusionskapazität pro 1 l Lungenvolumen wird mit der Soll-Totalkapazität nach Amrein multipliziert und ergibt die Soll-DCO. Es wird lediglich eine Verminderung bzw. ein Normbefund in der Interpretation berichtet.

Steady-state-CO-Diffusionskapazität

Die Methode der Bestimmung der Diffusionskapazität nach Filley [6] nimmt, insbesondere wenn sie unter ergometrischer Belastung durchgeführt wird, einen längeren Zeitraum in Anspruch. Sie wird daher ebenso wie der Respiratorische Quotient vom Routineprogramm gesondert durchgeführt.

Im Klartext werden folgende Meßgrößen, EDV-Symbole und Interpretationen angeführt (Tabelle 5):

Tabelle 5

<i>Meßgröße</i>	<i>EDV-Symbol</i>	<i>Klartext-Interpretation</i>
Atemminutenvolumen	AMV	
Diffusionskapazität	DCO	„Diff. normal“
Diff.Kap./Körperoberfläche	DCO/M2	DCO DCOSOLL
Funkt.Residualkap. (He)	FRC	„Diff. vermindert“
Diff.aKp./FRC	DCO/FRC	DCO = DCOSOLL
Diff.Kap./m ² -Soll	DCO/SOLL	

Respiratorischer Quotient

Die ergo-spirographische Belastungsuntersuchung, der Respiratorische Quotient mit seinem Rückschluß auf die Leistungsfähigkeit und den Trainingszustand [19] kennt eine Vielzahl von Belastungsverfahren und Meßgrößen abhängig von Patientengut und Fragestellung. Eine gewisse Selektierung und Standardisierung ist notwendig.

Unser EDV-Belastungsverfahren wurde in Anlehnung an Reindell [21] soweit es den Untersuchungsgang selbst betrifft bei einem annähernd gleichen Ausdruck wie bei Waterloh [31] erstellt. Die Pulsfrequenz wird telemetrisch ermittelt. Die Belastung erfolgt am Fahrradergometer oder Laufband mit entsprechender Berücksichtigung im Klartext.

Neben den subjektiven und klinischen Zeichen der Belastungstoleranz bzw. Ausbelastung werden die ebenfalls telemetrisch erhobenen EKG-Veränderungen, die Pulsfrequenz und die Atemfunktionswerte selbst beachtet. Beim Atemminutenvolumen wird in Anlehnung an Erfahrungswerte von Reindell die obere Streugrenze gewählt bei Verwendung eines linearen Anstieges von 8,0 l in Ruhe über die Gerade durch die 50,0 l-Marke bei 150 Watt. Beim Sauerstoffverbrauch bedienen wir uns im Gegensatz zum Atemminutenvolumen der unteren Streugrenze, somit der Mindestwerte. Es wird ein linearer Anstieg von 300,0 ml Sauerstoffaufnahme in Ruhe über die 1800 ml-Marke bei 150 Watt verwendet, bezogen auf die jeweilige Wattstufe.

Beim Atemäquivalent bewerten wir das Erreichen von 3,0 als Ausbelastung. Anzeichen einer Ausbelastung beim Sauerstoffpuls nehmen wir dann an, wenn die Werte abflachen oder gar abfallen. Ein Rückgriff auf den Sauerstoffpuls der vorhergegangenen Belastungsstufe ist daher erforderlich. Einen Anstieg des RQ auf über 1,0 werten wir nur im Zusammenhang mit einem entsprechenden Verhalten der übrigen Meß- und Rechengrößen als Ausbelastung.

Atemfunktions-Sollwerte

Für die Verwendung der Atemfunktions-Sollwerte nach Amrein *u. Mitarb.* [1] in Rechenanlagen haben wir, um nach einmaliger Eingabe der Körperdaten alle Sollwerte sofort zu erhalten, aus diesen Normogrammen versucht, Multiplikationsfaktoren und Verlaufsfunktionen abzuleiten, um so die graphische Ermittlungsmethode in eine rechnerische zu implementieren [25].

Um die den Normogrammen zugrunde liegenden Zusammenhänge rechnerisch erfassen zu können, mußte ihr Aufbau rückentwickelt werden. Danach ließen sich gekürzt nachstehende Ergebnisse der Implementierung zur Ermittlung der Normalwerte der einzelnen Lungenfunktionsparameter zur Verwendung bei Rechenanlagen ermitteln (Tabelle 6).

Bei Verwendung dieser Sollwerte muß man grundsätzlich feststellen, daß Amrein *u. Mitarb.* als statistisches Verfahren die Multivarianzanalyse, die abhängige Mittelwerte liefert, verwendeten. Es entstanden daher pro Skala einige Klassen-Mittelwerte, soweit eben die Veröffentlichung es entnehmen läßt, etwa 6. Mit Hilfe des Gaußschen Interpolationsverfahrens wurden die Mittelwerte verbunden und es entstanden nicht-lineare Skalen. Man muß daher annehmen, daß der Kurvenverlauf der Skalen nicht durch naturgegebene Zusammenhänge entstand, sondern durch das Interpolationsverfahren. Daher erklärt sich auch der exakte Kurvenverlauf trotz der hohen Rest-

Tabelle 6

1. Für die Berechnung der Vitalkapazität:

$$\begin{aligned} \text{Al} &= \text{Alter in Jahre} \\ \text{RGW} &= \text{rel. Gewicht} = \frac{\text{Gewicht (kg)} \times 100}{\text{Größe (cm)} - 100} \\ \text{GR} &= \text{Größe in cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_a(\text{Al}) &= 15,68 - 0,0324 \cdot (\text{Al} - 15)^2 + 11,02 \cdot \lg(\text{Al} - 15) \\ g_b(\text{RGW}) &= 14,66 \cdot \lg(\text{RGW} - 74) - 19,27 \cdot \exp((\text{RGW} - 74)/50) \\ g_c(\text{GRo}) &= 22,28 + 0,036 \cdot (\text{GR} - 146)^2 + 6,02 \cdot \lg(\text{GR} \cdot 146) \\ g_c(\text{GR} \varphi) &= 50,28 + 0,036 \cdot (\text{GR} - 146)^2 + 6,02 \cdot \lg(\text{GR} - 146) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Vitalkapazität (ml)} = \\ &16,28 \cdot g_a(\text{Al}) + 16,28 \cdot g_b(\text{RGW}) + 32,74 \cdot g_c(\text{GR}) + 3870 \end{aligned}$$

Streuungsbereich lt. Normogramm: ± 1200 ml

2. Für die Berechnung der Sekundenkapazität:

$$\begin{aligned} g_a(\text{Al}) &= 169,7 - 14,4 \cdot (\text{Al} - 16) + 0,4 \cdot (\text{Al} - 16)^2 - 0,0039 \cdot (\text{Al} - 16)^3 - 0,0032 \cdot (48 - \text{Al})^3 \\ g_b(\text{GR}) &= 35,1 - 1,71 \cdot (\text{GR} - 146) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Sekundenkapazität (\%)} = \\ &\text{FEV} (\varnothing) = 0,127 \cdot g_a(\text{Al}) + 0,123 \cdot g_b(\text{GR}) + 73,6 \\ &\text{FEV} (\varphi) = 0,127 \cdot g_a(\text{Al}) + 0,123 \cdot g_b(\text{GR}) + 72,1 \end{aligned}$$

Streuungsbereich lt. Normogramm: $\pm 11\%$

3. Für die Berechnung des Residualvolumens:

$$\begin{aligned} g_a(\text{GR}) &= -32,1 + 0,18 \cdot (\text{GR} - 146)^2 - 0,0028 \cdot (\text{GR} - 146)^3 - 10,5 \cdot \lg(\text{GR} - 146) \\ g_b(\text{RGW}) &= 25,5 - 0,62 \cdot (\text{RGW} - 69) - 0,042 \cdot (\text{RGW} - 69)^2 + 0,00066 \cdot (\text{RGW} - 69)^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Residualvolumen (ml)} = \\ &6,4 \cdot g_a(\text{GR}) + 6,4 \cdot g_b(\text{RGW}) + 13,5 \cdot g_c(\text{Al}) + 1520 \end{aligned}$$

Streuungsbereich lt. Normogramm: ± 820 ml

4. Für die Berechnung des Bronchialwiderstandes:

$$g_a(\text{RGW}) = 0,046 \cdot (\text{RGW} - 71)^2 - 0,00018 \cdot (\text{RGW} - 71)^3 - 13,7 \cdot \lg(\text{RGW} - 71)$$

$$\begin{aligned} &\text{Bronchialwiderstand (cm W/l/s)} = \\ &\text{R} (\varnothing) = 0,00575 \cdot g_a(\text{RGW}) + 1,85 \\ &\text{R} (\varphi) = 0,00575 \cdot g_a(\text{RGW}) + 2,05 \end{aligned}$$

Streuungsbereich lt. Normogramm: $\pm 1,2$ cm W/l/s

streuung. Daraus wiederum resultiert aber, daß eine genaue Anpassung an den von Amrein gegebenen Skalenverlauf sehr problematisch ist. Die mit Hilfe der Regressionsanalyse gewonnenen Anpassungsfunktionen und die abgeleiteten Sollwert-Formeln entsprechen daher sicher den natürlichen Gegebenheiten ebenso gut wie die Normogrammbestimmung. Fraglich bleibt jedoch, ob man die gegebenen Einflußgrößen überhaupt benutzen soll, da zum Teil ihr Einfluß auf den Sollwert nur einen kleinen Teil der angegebenen Reststreuung ausmacht.

Sonstige EDV-Anwendung in der Pneumologie

Über die on-line-Auswertung der atemphysiologischen Untersuchung am Meßplatz hinaus verwenden wir unsere Tischcomputeranlage auch zur Dokumentation verschiedener pneumologischer diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen bzw. interessierender Fragestellungen. Hierzu haben wir u. a. für die Bronchoskopie, die Thorakoskopie, die transthorakale Punktion und die Allergieaustestung Befundbogen-Lochvorlagen entwickelt, worüber schon teilweise berichtet wurde [26].

Ein Tischcomputer, wie er on-line bei uns zur Atemfunktionsuntersuchung verwendet wird, ist darüber hinaus im Stande, ein beachtliches Ausmaß statistischer Aufgaben im Zusammenhang mit Lochstreifenleser- und Stanzer zu lösen. Bei umfangreicheren Fragestellungen können aber auch die über den Tischcomputer gefütterten und gestanzten Lochstreifen auf jeder Großanlage rückgelesen und ausgewertet werden.

Ein zentrales Problem jeder klinischen Befunddokumentation ist die Schaffung eines Ordnungssystems nach Krankheitsbegriffen, einen Diagnosekatalog, auch zur Vergleichbarkeit und Kooperation über das eigene Krankenhaus hinaus.

Die Verwendung der Österreichischen Systematik von 1968 ist indiskutabel. Auch der WHO-Schlüssel [22] ergänzt durch Immich [13] ist nach Brunner u. Mitarb. [4] nicht befriedigend. Es scheint uns daher statthaft und vor allem zweckvoll, sich an einen bei Gaensler verwendeten Diagnoseschlüssel anzulehnen, worüber ebenfalls schon teilweise berichtet wurde [26].

Literatur

1. Amrein, R., Keller, R., Joos, H., Herzog, H.: Neue Normalwerte für die Lungenfunktionsprüfung mit der Ganzkörperplethysmographie. Dtsch. med. Wschr. **94**, 1785 (1969)
2. Bartels, H., Bücherl, E., Hertz, C. W., Rodewald, G., Schwab, M.: Lungenfunktionsprüfungen: Methoden und Beispiele klinischer Anwendung. Berlin, Göttingen, Heidelberg, Springer: 1959
3. Brand, H. J., Büнау, H. v.: Meßwertverarbeitung durch Analogrechner zur Sofortdarstellung standardisierter Zeit-Mittelwerte in der Spiroergometrie. Pneumologie **61**, 143 (1970)
4. Brunner, H. u. M.: zit. n. Fellingner, K.: Computer in der Medizin. Wien: Brüder Holli-nek 1968
5. Burrows, B., Kasik, J. E., Niden, A. H., Bachey, U. R.: Clinical usefulness of the single-breath pulmonary diffusing capacity test. Amer. Rev. Resp. Dis. **84**, 789 (1961)
6. Filley, G. F., Macintosh, D. J., Wright, G. W.: CO-uptake and pulmonary diffusing capacity in normal subjects at rest and during exercise. J. clin. Invest. **33**, 530 (1954)
7. Fuchs, E., Gronemeyer, W.: Zur Frage der verspäteten bzw. verzögerten Reaktion an der Bronchialschleimhaut bei Provokationstesten mit Antigen-Extrakten. Allergie und Asthma **5**, 214 (1959)
8. Hansen, K., Werner, M.: Lehrbuch der klinischen Allergie. Stuttgart: Thieme 1967

9. Hartwig, R.: Die Erfassung technisch-physikalischer Meßdaten zit. n. Ehlers, C. Th., Hollberg, N. u. Proppe, A.: Computer: Werkzeug der Medizin. Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1970
10. Herxheimer, H.: Bronchial obstruction induced by allergens, histamine and acetyl beta-methyl-cholin-chlorid. *Int. Arch. Allergy* 2, 27 (1951)
11. Herzog, H., Keller, R., Baumann, H. R., Spinelli, F.: Klinik und Therapie der gestörten Tracheobronchialmechanik, *Beitr. Klin. Tbk.* 135, 251 (1967)
12. Howald, H. u. M.: Erfahrungen mit der Ergospirometrie in einem offenen System mit direkter elektronischer Datenverarbeitung (Im Manuskript gedruckt)
13. Immich, H.: Klinischer Diagnoseschlüssel. Stuttgart: F. K. Schattauer 1966
14. Jaeger, E.: Funktionsdiagnostik und Pathophysiologie des Asthma bronchiale. Jena: Fischer 1968
15. Keller, R., Herzog, H.: Erweiterte Funktionsdiagnostik obstruktiver Erkrankungen der Atemwege mit der Ganzkörperplethysmographie. *Beiträge zur Klinik und Erforschung der Tuberkulose und der Lungenkrankheiten* 139, 100—114 (1969)
16. Krogh, R.¹ Krogh, M.: On the rate of diffusing of carbonic oxyde into the lungs of men. *Skal. Arch. Physiol.* 23, 236 (1909)
17. Kummer, F.: Die Dokumentation von Lungenfunktionsmeßdaten mit Hilfe eines Computers, aus Fellingner, F.: Computer in der Medizin. Wien: Brüder Hollinek 1968
18. Matthys, H.: Lungenfunktionsdiagnostik mittels Ganzkörperplethysmographie. Stuttgart, New York: Schattauer 1972
19. Mellerowicz, H.: Ergometrie. München, Berlin: Urban u. Schwarzenberg 1962
20. Pirtkien, R.: Computereinsatz in der Medizin. Stuttgart: Thieme 1961
21. Reindell, H., König, K., Rosskamm, H.: Funktionsdiagnostik des gesunden und kranken Herzens. Stuttgart: Thieme 1967
22. Richterich, R., Ehrenguber, H., Tschanz, H. R.: Internationale Klassifikation der Krankheiten. Basel-New York: S. Karger 1968
23. Schindl, R.: Trachealstenose. *Thoraxchirurgie* 14, 6 (1966)
24. Schindl, R.: Elektronische Datenverarbeitung atemphysiologischer Meßgrößen. *Praxis der Pneumologie* 27, 365 (1973)
25. Schindl, R., Haiböck, H.: Stellungnahme zu neuen Normalwerten für die Lungenfunktion und EDV-gerechte Ableitung ihrer Normogramme 1973. Im Druck
26. Schindl, R.: EDV bei der Bronchoskopie. Deutsche Gesellschaft für Endoskopie. Erlangen 1973. Im Druck
27. Smidt, U., Finkenzeller, P.: Ein Computerprogramm für die Ergometrie. *Pneumologie*, Berlin 147, 245 (1972)
28. Tiffeneau, R.: L'hyperexcitabilité acétylcholinique du poumon, critère physiopharmacodynamique de la maladie asthmatique. *Presse méd.* 63, 227 (1955)
29. Tiffeneau, R.: Hypersensibilité pulmonaire de l'asthmatique à l'acétylcholin et à l'histamine. Similitudes. Différenciation pharmacodynamique. *Thérapie* 11, 715 (1956)
30. Ulmer, W. T., Reichel, G., Nolte, D.: Die Lungenfunktion. Stuttgart: Thieme 1970
31. Waterloh, A.: zit. n. Internat. Symposium Cardio-pulmonale Funktionsdiagnostik Aachen (1973)
32. Windisch, F.: zit. n. Fellingner, K.: Computer in der Medizin. Wien: Brüder Hollinek 1968

Prim. Dr. R. Schindl
A-4020 Linz/Donau
Mozartstr. 11
Österreich