

Computerunterstützte medizinische Diagnostik und ihr Einsatz bei Pankreaserkrankungen *)

K.-P. Adlassnig, W. Scheithauer und G. Grabner

Eingelangt: 11. Mai 1984

Schlüsselwörter: Computerunterstützte medizinische Diagnostik – Expertensystem – CADIAC-2 – Fuzzy-Mengen – Pankreaserkrankungen.

Key-words: Computer-assisted medical diagnosis – expert system – CADIAC-2 – fuzzy sets – pancreatic diseases.

Zusammenfassung: Das medizinische Expertensystem CADIAC-2, welches auf der Theorie der Fuzzy-Logik basiert, ist ein System zur diagnostischen Entscheidungsunterstützung im Bereich der internen Medizin. Eine medizinische Wissensbasis enthält nosologische Beschreibungen von Krankheiten. Bei Vorliegen konkreter Patientendaten können mit Hilfe des gespeicherten medizinischen Wissens diagnostische Schlüsse gezogen werden. Diese Schlüsse werden detailliert begründet, zusätzliche Untersuchungen vorgeschlagen und ungeklärte Symptome des Patienten angezeigt.

Die Nützlichkeit des Systems wird am Beispiel der Pankreaserkrankungen dargestellt.

Computer-assisted medical diagnosis and its application to pancreatic diseases

Summary: The medical expert system CADIAC-2 based on fuzzy logic supports diagnostic decisions in the field of internal medicine. A medical knowledge base contains nosological descriptions of diseases. Given patient data, diagnostic decisions are made on the basis of the medical knowledge stored. Reasonings for the established diagnoses or diagnostic hypotheses are presented as well as plans for further examinations on the patient. Unexplained symptoms, signs or test results are also indicated.

The usefulness of CADIAC-2 is demonstrated in a case study involving 38 patients with various pancreatic diseases.

1. Einleitung

Das möglichst frühzeitige Erstellen einer fundierten Diagnose ist die grundlegende Voraussetzung für eine ge-

*) Herrn Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult. K. Fellingner zum 80. Geburtstag gewidmet.

Korrespondenz: Dipl.-Ing. Dr. K.-P. Adlassnig, Institut für Medizinische Computerwissenschaften, Garnisongasse 13, A-1090 Wien, Österreich.

zielte Therapie. Um eine richtige Diagnose stellen zu können, sind zwei Punkte wesentlich: das Erkennen der Krankheitszeichen und die richtige Deutung dieser Zeichen entsprechend dem medizinischen Wissen.

Während das Erfassen der Krankheitszeichen vor allem dem Arzt obliegt, kann das zur Deutung der festgestellten Symptome notwendige medizinische Wissen – zumindest teilweise – durch Computer beigestellt werden. Der Computer kann damit für den Arzt zu einer wertvollen Hilfe im Diagnoseprozeß werden, insbesondere dann, wenn es sich um seltene Krankheiten handelt.

Die Hilfe besteht im besonderen darin, daß der Computer sehr große Informationsmengen – mehr als der einzelne Arzt manchmal weiß – speichern sowie rasch und vielschichtig nach den verschiedensten Gesichtspunkten durchmustern kann. Auch kann der Computer gleichzeitig als Kontrollinstanz dienen, welche auf eine ungenügende Deutung von vorhandenen Symptomen oder auf ungenaue Diagnosen hinweist.

2. Computerunterstützte medizinische Diagnostik am Institut für Medizinische Computerwissenschaften

Am Institut für Medizinische Computerwissenschaften wurden in den vergangenen Jahren zwei computerunterstützte medizinische Diagnosesysteme, CADIAG-1 und CADIAG-2, entwickelt (CADIAG steht für Computer-Assisted DIAGNosis). Diese Systeme sind das Resultat einer intensiven 17jährigen Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Informatikern/Mathematikern.

Der erste Prototyp des Systems CADIAG-1, welcher aus formaler Sicht auf einer dreiwertigen Logik basiert, stammt aus dem Jahre 1968 (Spindelberger und Grabner [1]). Er umfaßte damals 82 Leberkrankheiten, wobei 323 Symptome Berücksichtigung fanden. Von Gangl et al. (2) wird die Nützlichkeit dieses Systems beschrieben. Bei jedem der 20 Testfälle wurde die klinische Diagnose entweder bewiesen oder als Diagnosehypothese (unter 3 bis 6 anderen) ausgegeben. Diese Ergebnisse waren sehr ermutigend. Heute sind 313 Krankheiten aus den Bereichen Hepatologie, Gastroenterologie, Rheumatologie und Hämatologie dokumentiert. Dabei werden etwa 1500 Symptome berücksichtigt (Adlassnig und Grabner [3], Adlassnig et al. [4]).

Das zweite System, CADIAG-2, verwendet die „Fuzzy“-Logik als theoretischen Unterbau. Die Fuzzy-Logik – fuzzy bedeutet soviel wie verschwommen oder unscharf – läßt detaillierte, aber „weiche“ medizinische Aussagen über die Beziehungen zwischen Symptomen und Krankheiten zu. Sie wird weiterhin verwendet, um scharfe Abgrenzungen, etwa bei Laborergebnissen, zu vermeiden und kommt damit der individuellen biologisch-physiologischen Mannigfaltigkeit entgegen. Dieses System wurde im Jahre 1980 (*Adlassnig* [5]) theoretisch entwickelt und steht derzeit in der Phase der Erprobung (*Adlassnig* und *Kolarz* [6], *Adlassnig* [7]).

Doch auch andere Versuche zeugen von der intensiven Beschäftigung mit computerunterstützter Diagnostik am Institut für Medizinische Computerwissenschaften. In mehreren Studien wurde die Clusteranalyse verwendet, um in einem inhomogenen Datenmaterial Krankheitseinheiten zu definieren. Diese Einheiten („Cluster“) werden mit den bereits definierten medizinischen Krankheitseinheiten verglichen (*Grabner* et al. [8]).

In einer weiteren Arbeit (*Adlassnig* und *Grabner* [3]) wird die Anwendung einer linearen Diskriminanzanalyse im Vergleich zu einem lernfähigen adaptiven Klassifikator (abstraktes lineares Neuron) auf 4 hepatologische Erkrankungen: 39 Fälle chronische Hepatitis, 121 Fälle von Hepatitis B oder Virushepatitis, 31 Fälle Cholelithiasis und 39 Fälle Leberzirrhose beschrieben. Dabei wurden Trenngenaugigkeiten bis zu 99% bei der Reklassifikation erreicht.

3. CADIAG-2: Ein fuzzylogisches medizinisches Expertensystem

3.1. Einleitung

Unschärfe im Wissen über den Patienten und über medizinische Beziehungen wird in der Medizin allgemein akzeptiert. Sie wird als der Medizin innewohnend betrachtet. Der Arzt berücksichtigt diese Ungenauigkeit bei seinen täglichen Handlungen und er ist in der Lage, brauchbare Schlüsse aus unpräzisen Gegebenheiten zu ziehen.

Doch nicht nur die Medizin, sondern jedes Wissen über die reale Welt ist durch eine gewisse Unvollständigkeit, Ungenauigkeit und sogar Widersprüchlichkeit gekennzeichnet.

Die Theorie der Fuzzy-Mengen, die im Jahre 1965 von *Zadeh* (9) entwickelt wurde, erlaubt es, ungenaue medizinische Entitäten als Fuzzy-Mengen zu definieren. Sie bietet weiterhin ein linguistisches Konzept (10) zur Formalisierung sprachlicher Aussagen sowie eine Theorie der unscharfen Logik (11), die die formale Behandlung unscharfer Deduktionen aus unscharfen Aussagen ermöglicht.

Das medizinische Expertensystem CADIAG-2 zeigt, daß die Theorie der Fuzzy-Mengen ein geeignetes Werkzeug zur Beschreibung medizinischer Prozesse darstellt (siehe auch *Adlassnig* [12]).

3.2. Struktur

Die allgemein Struktur des Systems CADIAG-2 ist in Abbildung 1 dargestellt.

3.3. Medizinische Wissensbasis

In der medizinischen Wissensbasis von CADIAG-2 wird zwischen Symptomen, Krankheiten, Zwischenkombinationen (pathophysiologische Zusammenhänge) und Symptomkombinationen unterschieden. Zwischen diesen medizinischen Entitäten können Relationen spezifiziert werden. Im einzelnen sind Angaben zu folgenden Relationen möglich:

- Symptom-Krankheits-Relationen ($S_i D_i$),
- Symptomkombinations-Krankheits-Relationen ($SYK_i D_i$),
- Symptom-Symptom-Relationen ($S_i S_j$) und
- Krankheits-Krankheits-Relationen ($D_i D_j$).

Jede dieser Relationen ist durch 2 Aspekte gekennzeichnet:

- Häufigkeit des Auftretens (A) und
- Beweiskraft (B).

Man kann die Relationen und die sie charakterisierenden Aspekte in Form von *Wenn-Dann*-Regeln formulieren. Die allgemeine Form dieser Regeln ergibt sich wie folgt: *wenn* (Prämisse) *dann* (Konklusion) *mit* (A, B).

Das Relationentupel (A, B) kann sowohl numerische als auch linguistische Fuzzy-Variablen μ_A und/oder λ_A und μ_B und/oder λ_B enthalten (zu linguistischen Fuzzy-Variablen siehe auch *Zadeh* [10, 13]). Die linguistischen Fuzzy-Variablen λ_A und λ_B überdecken Fuzzy-Intervalle. Für die linguistischen Begriffe wurden sinnvolle numerische Repräsentanten gewählt, um die fuzzylogischen Inferenzen des diagnostischen Prozesses einfach zu halten (siehe auch *Adlassnig* [7]). Tabelle 1 zeigt die möglichen linguistischen Begriffe und ihre numerischen Repräsentanten.

Beispiele für Relationen zwischen Symptomen und Krankheiten sind im folgenden angegeben:

- *wenn* (erhöhte Serumamylase)
dann (akute Pankreatitis)
mit (Auftreten = sehr oft [0.90]; Beweiskraft = stark [0.70])
- *wenn* (sonographisch Verdacht auf Pankreastumor)
dann (Pankreaskarzinom)
mit (Auftreten = oft [0.80]; Beweiskraft = mittel [0.80])

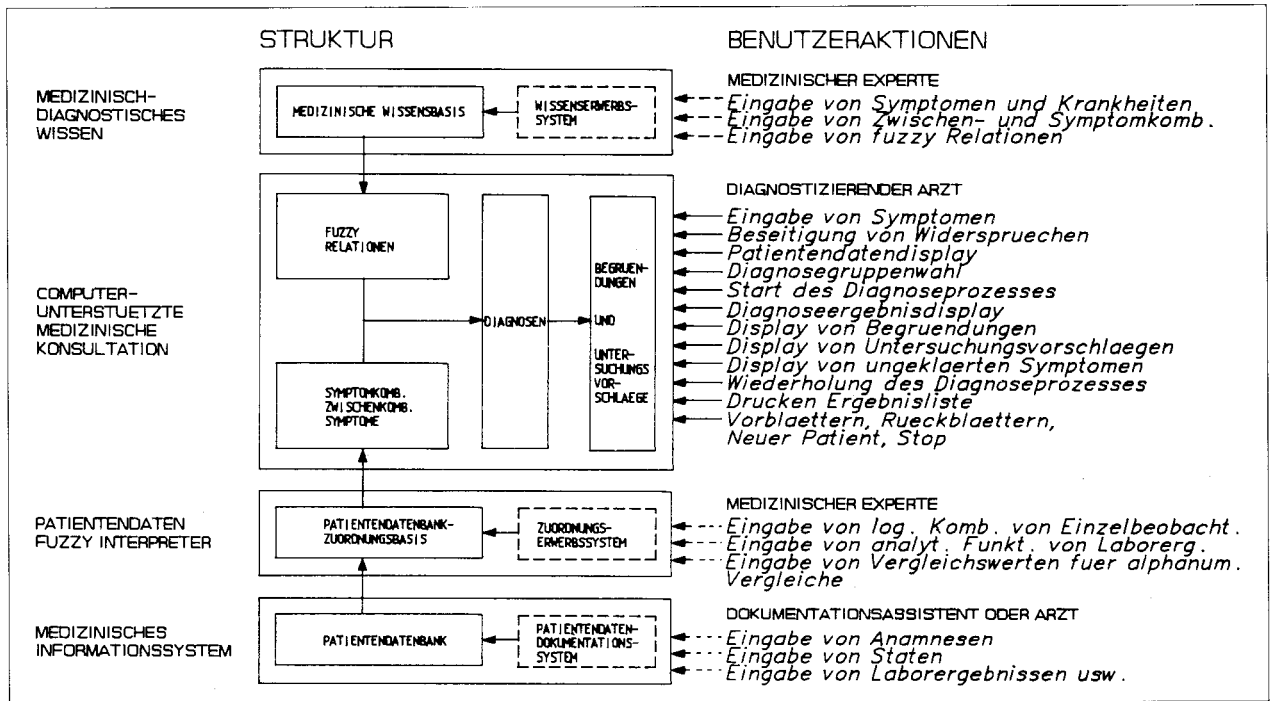


Abb. 1. Struktur des medizinischen Expertensystems CADLAG-2 mit Anschluß an ein Krankenhausinformationssystem (die gestrichelten Linien markieren Komponenten, die vor der medizinischen Einzelkonsultation bereitstehen müssen).

- wenn (Feinnadelpunktion des Pankreas Ca-Zellen-positiv)
- dann (Pankreaskarzinom)
- mit (Auftreten = mittel [0.60]; Beweiskraft = immer [1.00])

Das Beispiel einer vollständigen medizinischen Dokumentation (Pankreaskarzinom) ist in Abbildung 2 zu finden.

Tab. 1. Linguistische Fuzzy-Werte und ihre numerischen Repräsentanten für die Häufigkeit des Auftretens (A) und die Beweiskraft (B).

Häufigkeit des Auftretens linguistischer Wert	numerischer Repräsentant	Beweiskraft linguistischer Wert	numerischer Repräsentant
A	μ_A	B	μ_B
immer	1.00	immer	1.00
fast immer	0.99	fast immer	0.99
sehr oft	0.90	sehr stark	0.90
oft	0.75	stark	0.75
mittel	0.50	mittel	0.50
selten	0.25	schwach	0.25
sehr selten	0.10	sehr schwach	0.10
fast nie	0.01	fast nie	0.01
nie	0.00	nie	0.00

3.4. Diagnostischer Prozeß

Die kompositionelle Inferenzregel, die von Zadeh (14) vorgeschlagen und von Sanchez (15) in die medizinische Diagnostik eingeführt wurde, wird als Inferenzmechanismus im diagnostischen Prozeß verwendet. Diese Inferenzregel akzeptiert Fuzzy-Beschreibungen von Patientensymptomen und berechnet mit Hilfe der in der medizinischen Wissensbasis gespeicherten Fuzzy-Relationen Fuzzy-Beschreibungen von Patientendiagnosen (bewiesene und ausgeschlossene Diagnosen, Diagnosehypothesen).

Die Patientensymptome können entweder mittels natürlicher Sprache in CADIAG-2 eingegeben oder sofort aus einer Patientendatenbank eines medizinischen Informationssystems übernommen werden, sofern dort schon medizinische Daten des Patienten gespeichert sind.

Nachdem die Patientensymptome für einen Diagnoselauf eingegeben oder übernommen wurden, werden Symptom-Symptom-Inferenzen durchgeführt und dadurch weitere Symptome entweder impliziert oder ausgeschlossen. Danach erfolgt die Berechnung der Zwischen- und Symptomkombinationen.

Bewiesene Diagnosen können dann ermittelt werden, wenn der Patient Symptome zeigt, die das Vorliegen einer Krankheit beweisen (pathognomonische Merkmale). Doch auch Symptomkombinationen können beweisenden Cha-

PANKREASKARZINOM	A	B
ULTRASCHALLGEZ. FEINNADELPUNKT., PATH.	0.650	1.030
BEST. ERKR., DIABETES MELLITUS	0.200	0.020
BEST. ERKR., DIABETES MELLITUS	0.550	0.020
BEST. ERKR., THROMBOSE BER. MIT KÖRPERFLÄCHTE	0.350	0.030
J. B., MÜDIGKEIT	0.520	
J. B., SCHWÄCHE	0.550	0.010
J. B., KONZENTRATIONSSCHW.	0.230	
J. B., KRANKHEITSGEFÜHL	0.600	
J. B., LEISTUNGSABFALL	0.500	
J. B., SCHWERSTE BEINTR. D. ALLG.BEFINDENS	0.260	0.020
J. B., IKT.	0.540	0.020
J. B., NAUSEA	0.440	
J. B., ERBR.	0.340	
J. B., ANOREXIE	0.500	0.010
J. B., GEWICHTSABNAHME	0.820	0.050
J. B., TEMP., SUBFEBRIL	0.250	0.010
J. B., ABD., VÖLLEGEF.	0.180	
J. B., SCHM., ABD.	0.360	0.060
J. B., SCHM., ABD., OBERB. DIFFUS	0.030	
J. B., SCHM., ABD., OBERB. RE	0.540	
J. B., SCHM., ABD., OBERB. MITTE	0.200	
J. B., SCHM., ABD., OBERB. LI.	0.040	
J. B., SCHM., ABD., VERST. D. HYPERLAKTOSE	0.350	0.030
J. B., SCHM., ABD., AUSSTR. FLECKEN	0.330	
J. B., SCHM., ABD., AUSSTR. FLÄCHE	0.050	
J. B., SCHM., ABD., AUSSTR. INTERD.	0.030	
J. B., SCHM., ABD., AND. MAESSIG	0.040	0.010
J. B., SCHM., ABD., AND. INTENSIV	0.160	0.010
J. B., SCHM., ABD., INTERMITT. MAESSIG	0.450	0.020
J. B., SCHM., ABD., INTERMITT. KOLIKARTIG	0.160	0.010
J. B., SCHM., BES., PLÖTZL.	0.160	
J. B., SCHM., BES., SCHLEICHERD	0.700	0.020
J. B., SCHM., BES., NÄHRUNGSUNABG., SPONTAN	0.500	
J. B., SCHM., BES., NÄHRUNGSABG.	0.340	
J. B., STUHL, OBSTIPATION	0.130	0.010
J. B., STUHL, STARRHE	0.230	0.010
J. B., STUHL, STUHL, STEATORRHOE	0.300	0.020
J. B., STUHL, HELL	0.420	
J. B., STUHL, SCHWARZ	0.070	0.030
J. B., HARN., HARN., DUNKEL	0.300	
J. B., BLUT, ANAEMIE	0.450	0.020
J. B., NERVEN, DEPRESSION	0.330	
ABUSUS, ALKOHOL	0.200	0.010
ABUSUS, NIKOTIN	0.350	
ST., ALLG., ASPEKT, UNAUFF.	0.150	
ST., ALLG., ASPEKT, KRANK	0.350	0.010
ST., ALLG., EZ., NORM.	0.250	
ST., ALLG., EZ., REDUZIERT	0.750	0.020
ST., ALLG., KZ., NORM.	0.300	
ST., ALLG., KZ., REDUZIERT	0.700	0.010
HAUT, SJBIKT.	0.060	0.020
HAUT, IKT.	0.540	0.020
HAUT, SUFFUS., S. C. FETTGEWEBSVERGRÖßERUNG	0.100	0.030
HAUT, SUFFUS., THROMBOPHLEBITIS MIGRANS	0.100	0.030
LKN., METASTASEN, PALPIERBAR	0.090	0.030
AUGEN, SKLER., IKT.	0.600	
ABD., ASCITES	0.230	0.010
ABD., SYSTOLIKUM, LI. OBERB.	0.170	0.050
ABD., RES., OBERB.	0.300	0.050
LEBER, VERGR.	0.530	0.010
LEBER, PALPATIONSBEF. W. D. METASTASEN	0.550	0.030
GALLENBL., COURVOISIER'SCHES ZEICHEN	0.350	0.070
MILZ, VERGR.	0.300	0.010
NUM. ST., ALTER, 17-29 J.	0.330	
NUM. ST., ALTER, 30-50 J.	0.380	
NUM. ST., ALTER, 51-80 J.	0.800	0.010
NUM. ST., GESCHL., MÄNNLICH	0.590	
NUM. ST., GESCHL., WEIBLICH	0.410	
SENKUNG, BLUT, ERHOHT	0.750	0.010
ALK. PHOSPHAT, SERUM, ERHOHT	0.720	
GLUCOSE, SERUM, ERHOHT	0.480	0.020
BILIR. GES., SERUM, ERHOHT	0.600	0.020
GOT, SERUM, ERHOHT	0.650	0.020
GPT, SERUM, ERHOHT	0.650	0.020
LDH, SERUM, ERHOHT	0.460	0.020
GAMMA-GT, SERUM, ERHOHT	0.650	0.020
AMYLASE, SERUM, ERHOHT	0.210	0.020
LIPASE, SERUM, ERHOHT	0.210	0.020
E-PHOR., SERUM, A2-GLUBULIN, VERMEHRT	0.600	
E-PHOR., SERUM, B-GLUBULIN, VERMEHRT	0.600	
DNCFET. PANKREAS ANTIGEN, POS.	0.800	0.650
CA-19-9, POS.	0.800	0.650
CEA, POS.	0.800	0.300
BLUTB., LEUKO., VERMEHRT	0.320	0.010
STT., PATH.	0.550	0.020
PANCREOZYMIN-SEKRETIN-TEST O. LUNDH-TEST, PATH.	0.800	0.800
PABA-TEST, PATH.	0.650	0.500
AMYLASE, HARN, ERHOHT	0.100	
GLUCOSE, HARN, POS.	0.200	
HAECOCULITEST, POS.	0.450	0.030
CHYLOTRYPTIN, STUHL, PATH.	0.700	0.200
FETT, STUHL, VERMEHRT	0.090	0.200
RTG., MAGEN-DARM-PASS., HINW. ERZ. O. MAL. TUMOR D. PANK.	0.380	0.050
RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR	0.850	0.800
RTG., PANKREASCTG., VERD. PANKREASTUMOR	0.850	0.850
RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR	0.850	0.850
ULTRASCHALL, VERD. PANKREASTUMOR	0.800	0.700

Abb. 2. Vollständige Dokumentation des Pankreaskarzinoms mit den Relationen „Häufigkeit des Auftretens“ (A) und „Beweiskraft“ (B) für das medizinische Expertensystem CADLAG-2.

rakter besitzen (z. B. die ARA-Kriterien für rheumatisches Fieber [16] oder chronische Polyarthritis [17]). Ausgeschlossene Diagnosen ergeben sich aus vorhandenen Symptomen oder Symptomkombinationen mit ausschließenden Relationen (Häufigkeit des Auftretens = nie [0.00]) oder aus definitiv nicht vorhandenen Symptomen oder Symptomkombinationen, die als obligat auftretend (Häufigkeit des Auftretens = immer [1.00]) spezifiziert wurden. Diagnosehypothesen werden dann generiert, wenn der Patient Symptome zeigt, deren Beweiskraft kleiner als 1.00 (und auch nicht 0.00) ist. Symptome, die im Grenzbereich zwischen normal und pathologisch liegen, die aber, wenn sie eine voll pathologische Ausprägung hätten, pathognomonisch wären, führen auch zur Generierung von Diagnosehypothesen.

Wenn diese Phase der Inferenzbildung abgeschlossen ist, erlauben die in der Wissensbasis vorhandenen Krankheits-Krankheits-Relationen die Ermittlung weiterer Diagnosen (z. B. diagnostische Oberbegriffe oder andere ausgeschlossene Diagnosen).

Sehr wichtig ist die in der Folge durchgeführte Begründung aller diagnostischen Ergebnisse. Die entsprechenden Symptome oder Symptomkombinationen, die zur Generierung von Diagnosen führten, werden mit ihren Relationen dem Arzt angezeigt. Bei der Begründung der Diagnosehypothesen wird noch eine heuristische Punktzahl angegeben, die die Anzahl der Symptome mit ihren spezifischen Relationen, die auf die Diagnosehypothese hinweisen, berücksichtigt.

Außerdem erhält der Arzt einen Plan für weiterführende Untersuchungen des Patienten, der es erlaubt, die noch

durchzuführenden Untersuchungen zu jedem Zeitpunkt des diagnostischen Prozesses zu optimieren. Eventuell ungeklärte pathologische Befunde werden dem Arzt ebenfalls zur weiteren Abklärung angezeigt.

Das Beispiel eines Diagnoselaufes mit CADIAG-2 ist in den folgenden Abbildungen zu finden.

Abbildung 3 zeigt die vorhandenen Symptome eines Patienten mit Zollinger-Ellison-Syndrom (chirurgisch gesichert) und Verdacht auf Lebermetastasen.

Abbildung 4 stellt die Ergebnisse des CADIAG-2 Diagnoselaufes für diesen Patienten dar. Die Hypothese eines Zollinger-Ellison-Syndroms ist auf Grund der berechneten Punktzahl an höchste Stelle gereiht. Sie wird durch eine Reihe von Symptomen begründet. Weitere Hypothesen sind ebenfalls – gemeinsam mit ihren Begründungen – in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 5 zeigt Vorschläge zu weiterführenden Untersuchungen des Patienten und in Abbildung 6 sind die noch ungeklärten Symptome angezeigt. Die ungeklärten Symptome weisen auf eine eventuell vorliegende Begleiterkrankung (z. B. Lebererkrankung) hin.

4. CADIAG-2/Pankreas

4.1. Medizinische Dokumentation

Für das differentialdiagnostische Gebiet der Pankreaserkrankungen wurden 10 Pankreaserkrankungen dokumentiert:

- akute Pankreatitis,
- chronische Pankreatitis,
- Pankreaskarzinom,

Abb. 3. Symptome eines Patienten mit Zollinger-Ellison-Syndrom (chirurgisch gesichert) und Verdacht auf Lebermetastasen.

VORHANDENE SYMPTOME	
W	S
1.00	FR. ERKR., ULCUS PEPTICUM
1.00	BEST. ERKR., ULC. VENTRICULI
1.00	BEST. ERKR., ULC. DUODENI
1.00	BEST. ERKR., MULTIPLE ULZERATIONEN
1.00	J. B., KRANKHEITSGEFUEHL
1.00	J. B., LEISTUNGSABFALL
1.00	J. B., NAUSEA
1.00	J. B., ERBR.
1.00	J. B., ANOREXIE
1.00	J. B., GEWICHTSABNAHME
1.00	J. B., SCHM., ABD.
1.00	J. B., STUHL, DIARRHOE
1.00	ST., ALLG., ASPEKT, KRANK
1.00	ST., ALLG., EZ., NORM.
1.00	ST., ALLG., KZ., NORM.
1.00	ABD., DRUCKSCHM., DIFFUS
1.00	LEBER, PALPATIONSBEF. W. B. METASTASEN
1.00	NUM. ST., ALTER, 30-50 J.
1.00	NUM. ST., GESCHL., WEIBLICH
1.00	SENKUNG, BLUT, ERHOEHT
1.00	ALK. PHOSPHAT., SERUM, ERHOEHT
1.00	KALIUM, SERUM, VERMIND.
1.00	GDT, SERUM, ERHOEHT
1.00	GPT, SERUM, ERHOEHT
1.00	LDH, SERUM, ERHOEHT
1.00	GAMMA-GT, SERUM, ERHOEHT
1.00	CHOLEST., SERUM, ERHOEHT
1.00	TRIGLYC., SERUM, ERHOEHT
1.00	BAD, UEBER 15MVAL HCL/H
1.00	BAD/PAD, UEBER 0.6
1.00	MAGENSAFT-VOL, UEBER 200ML/H
1.00	RTG., MAGEN-DARM-PASS., HINW. ENTZ. O. MAL. TUMOR O. PANK.
1.00	RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR
1.00	RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR

D I A G N O S E - H Y P O T H E S E N
 =====
 .50 ZOLLINGER-ELLISON-SYNDROM

BEWERTUNG:

DURCH-SYMPHOME 12 SY: 422,3 PUNKTE:

	A	B
1.00 BEST. ERKR., ULC. DUODENI	0.79	0.30
1.00 BEST. ERKR., MULTIPLE ULZERATIONEN	0.10	0.39
1.00 J. B., NAUSEA	0.20	0.01
1.00 J. B., ERBR.	0.26	0.01
1.00 J. B., GEWICHTSABNAHME	0.69	0.05
1.00 J. B., STUHL, DIARRHOE	0.26	0.05
1.00 LEBER, PALPATIONSBEF. W. B. METASTASEN	0.30	0.08
1.00 NJM. ST., ALTER, 30-50 J.	0.70	0.02
1.00 NUM. ST., GESCHL., WEIBLICH	0.40	
1.00 KALIUM, SERUM, VERMIND.	0.36	0.03
1.00 BAD, LEBER ISMVAL HCL/H	0.30	0.30
1.00 BAD/PAU, LEBER 0.6	0.80	0.30
1.00 MAGENSAFI-VOL, LEBER 200ML/H	0.30	0.30
1.00 RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50
1.00 RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50

.85 PANKREASKARZINOM

BEWERTUNG:

DURCH-SYMPHOME 22 SY: 317,8 PUNKTE:

	A	B
1.00 J. B., KRANKHEITSGEFUEHL	0.50	
1.00 J. B., LEISTUNGSABFALL	0.59	
1.00 J. B., NAUSEA	0.24	
1.00 J. B., ERBR.	0.34	
1.00 J. B., ANOREXIE	0.50	0.01
1.00 J. B., GEWICHTSABNAHME	0.82	0.05
1.00 J. B., SCHM., ABD.	0.86	0.06
1.00 J. B., STUHL, DIARRHOE	0.23	0.01
1.00 ST., ALLG., ASPEKT, KRANK	0.85	0.01
1.00 ST., ALLG., EZ., NORM.	0.25	
1.00 ST., ALLG., KZ., NORM.	0.30	
1.00 LEBER, PALPATIONSBEF. W. B. METASTASEN	0.55	0.30
1.00 NUM. ST., GESCHL., WEIBLICH	0.41	
1.00 SENKUNG, BLUT, ERHOEHT	0.75	0.01
1.00 ALK. PHOSPHAT, SERUM, ERHOEHT	0.72	
1.00 GOT, SERUM, ERHOEHT	0.65	0.02
1.00 GPT, SERUM, ERHOEHT	0.65	0.02
1.00 LDH, SERUM, ERHOEHT	0.46	0.02
1.00 GAMMA-ST, SERUM, ERHOEHT	0.65	0.02
1.00 RTG., MAGEN-DARM-PASS., HINW. ENTZ. O.		
1.00 MAL. TUMOR O. PANK.	0.38	0.05
1.00 RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.80
1.00 RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.85

.50 VERNER-MORRISON-SYNDROM

BEWERTUNG:

DURCH-SYMPHOME 10 SY: 172,3 PUNKTE:

	A	B
1.00 J. B., KRANKHEITSGEFUEHL	0.72	0.01
1.00 J. B., GEWICHTSABNAHME	0.65	0.05
1.00 J. B., STUHL, DIARRHOE	0.30	0.11
1.00 ST., ALLG., ASPEKT, KRANK	0.78	0.02
1.00 ST., ALLG., EZ., NORM.	0.40	
1.00 ST., ALLG., KZ., NORM.	0.30	
1.00 LEBER, PALPATIONSBEF. W. B. METASTASEN	0.30	0.08
1.00 KALIUM, SERUM, VERMIND.	0.90	0.02
1.00 RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50
1.00 RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50

.50 GLUCAGONOM

BEWERTUNG:

DURCH-SYMPHOME 5 SY: 136,4 PUNKTE:

	A	B
1.00 J. B., GEWICHTSABNAHME	0.80	0.01
1.00 LEBER, PALPATIONSBEF. W. B. METASTASEN	0.30	0.08
1.00 CHOLEST., SERUM, ERHOEHT	0.38	0.01
1.00 RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50
1.00 RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50

.50 INSULINOM

BEWERTUNG:

DURCH-SYMPHOME 5 SY: 122,3 PUNKTE:

	A	B
1.00 J. B., NAUSEA	0.20	0.02
1.00 J. B., ERBR.	0.15	0.01
1.00 LEBER, PALPATIONSBEF. W. B. METASTASEN	0.30	0.08
1.00 RTG., ERCP/ERP, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50
1.00 RTG., CT, PANKREAS, VERD. PANKREASTUMOR	0.85	0.50

Abb. 4. Ergebnisse des CADLAG-2-Diagnoselaufes mit den Patientensymptomen aus Abb. 3.

- zystische Pankreasfibrose,
- Pankreaspseudozyste,
- Pankreas anulare,
- Insulinom,
- Glukagonom,
- Zollinger-Ellison-Syndrom und
- Verner-Morrison-Syndrom.

Dabei wurden 271 Symptome aus den Bereichen Anamnese, physikalischer Status, Labortests, Biopsie und Histologie, Röntgen, EKG und Ultraschall zur Dokumentation herangezogen. Zur Beschreibung der Häufigkeit des Auftretens wurden 558 Relationen und zur Beweiskraft 442 Relationen in die medizinische Wissensbasis eingetragen. Nur 2 Befunde - maligne Pankreaszellen bei

- Im Fall einer chronischen Pankreatitis wurde immer eine akute Pankreatitis (6 von 6 Fällen) und sehr oft ein Pankreaskarzinom (5 von 6 Fällen) als weitere Hypothese angezeigt. Diese Hypothesen könnten als Hinweis auf einen akuten Schub oder auf ein beginnendes oder begleitendes Karzinom gedeutet werden.
- Im Fall eines Pankreaskarzinoms wurden außer der Hypothese eines Karzinoms auch andere Tumoren – besonders sei hier auf die Vorschläge von seltenen Tumoren, wie Glukagonom, hingewiesen – als mögliche Diagnose angeboten. Erst die zu diesen Hypothesen gleichzeitig ausgegebenen Untersuchungsvorschläge (z. B. histologische Untersuchungen) würden eine weitere Differenzierung ermöglichen.

In den Fällen, in denen kein Vorschlag erfolgte (3 der 36 Fälle, etwa 8%), fehlten einige wesentliche Befunde (wie Ultraschall, Röntgen oder Computertomographie); das CADIAG-2-System hatte somit nur Symptome mit geringer medizinischer Spezifität als Ausgangsdaten zur Verfügung. Bei der Fuzzy-Inferenzbildung erreichte die Beweiskraft nie den im System zur Vermeidung zu vieler falsch positiver Hypothesen eingebauten Schwellwert ε (z. Zt. $\varepsilon = 0.10$ aus dem Bereich $0 < \varepsilon < 1.00$).

Die 6 Fälle einer Pankreaspseudozyste mit begleitender akuter oder chronischer Pankreatitis wurden vom CADIAG-2 sehr gut gelöst. Die jeweiligen Diagnosen der Akuität der Entzündung waren bei allen Patienten die Hypothesen mit den höchsten Punktzahlen. An zweiter Stelle wurden dann die Zysten vorgeschlagen.

Die Begründungen, die zu den bewiesenen Diagnosen und Diagnosehypothesen angeboten wurden, waren in allen Fällen korrekt und ermöglichten eine gute Transparenz des Systems, die eine Voraussetzung für den Routineinsatz im praktisch-klinischen Bereich ist.

Die ausgegebenen Untersuchungsvorschläge bei den einzelnen Hypothesen waren ebenfalls richtig und zweckmäßig. Sie wiesen sehr gut auf differentialdiagnostische Möglichkeiten hin und besitzen außerdem einen hohen didaktischen Wert, besonders für junge Ärzte und Medizinstudenten.

Die ungeklärten Symptome wurden ebenfalls vollständig angezeigt. Sie wurden vom diagnostizierenden Arzt bewertet und gegebenenfalls in einer anderen differentialdiagnostischen Gruppe des CADIAG-2 abgeklärt.

5. Diskussion

Diese kurze Darstellung eines neuen Verfahrens der computerunterstützten Diagnostik in der internen Medizin mit Hilfe der Fuzzy-Logik (CADIAG-2) kann in seiner mathematischen Relevanz hier nicht ausführlich diskutiert

werden; es ist dies an anderer Stelle bereits geschehen (*Adlassnig und Kolarz* [6], *Adlassnig* [7]).

- Für den Arzt ist diese Methode dadurch charakterisiert,
 - daß weder das eingespeicherte medizinische Wissen, das als Basis für die Berechnungen dient, mit allzu großer Schärfe definiert werden muß, (was besondere Bedeutung für die Grenzbereiche des Normalen zum Pathologischen hat, etwa bei biochemischen oder physikalischen Untersuchungen.)
 - noch daß bei der rechnerischen Analyse eines konkreten Einzelfalles eine automatische Zuordnung von diesen Grenzbefunden zur Kategorie des Normalen oder des sicher Pathologischen ausschlaggebend für die Enddiagnose ist.

Allerdings kann eine Anhäufung von nur unbestimmten Befunden auch mit diesem Verfahren nicht zu einer eindeutigen Diagnose führen, wie im Beispiel (siehe Abb. 3 bis 6) gezeigt werden konnte.

Beim Diagnosesystem CADIAG-1 muß die Unsicherheit im medizinischen Basiswissen, aus dem heraus die Berechnungen durchgeführt werden, vom Arzt auf die Möglichkeit eines fakultativen oder obligatorischen Konnexes zwischen den Symptomen und Krankheiten zurückgeführt werden. Das hatte den Vorteil, daß das medizinische Wissen viel eindeutiger definiert werden konnte, was besonders bei seltenen Krankheiten, bei Fluktuation der Morbidität und beim Wandel der Krankheitsbilder von großem Vorteil ist. CADIAG-2 verlangt ein viel detaillierteres vorausgehendes medizinisches Wissen, das zudem auf die zu prüfende Population abgestimmt sein muß. Die Eigenschaft der „fuzziness“ erlaubt jedoch viel unschärfere Aussagen bei der Basisdokumentation als etwa andere bekannte Verfahren, die z. B. auf dem *Bayesschen* Theorem, auf der Diskriminanzanalyse usw. beruhen.

Grenzwertige Befunde im konkreten Einzelfall mußten beim System CADIAG-1 vom Arzt klassifiziert werden: in „noch normal“ oder „schon pathologisch“. Dies hat ein – oft nicht unerwünschtes – Element der ärztlichen Kunst in dieses Verfahren gebracht. So konnte auch in Zeiten der sich ändernden Morbidität (z. B. bei Epidemien usw.) durch den Dialog zwischen Arzt und Maschine eine Bewertung der Wichtigkeit einzelner Symptome im konkreten Fall eingeführt werden, was bei den starren älteren Verfahren nicht möglich ist. Bei CADIAG-2 wird diese biologische Variabilität durch die Fuzzy-Logik ausgeglichen. Es ist dadurch der Weg eröffnet, direkt aus den in medizinischen Datenbanken gespeicherten konkreten Informationen über die Tagessituation eines Patienten – ohne Einschaltung eines Arztes – einigermaßen verbindliche Diagnosevorschläge zu erhalten.

- (15) Sanchez, E.: Medical Diagnosis and Composite Fuzzy Relations. In: Advances in Fuzzy Set Theory and Applications. Eds. M. M. Gupta, R. K. Ragade, R. R. Yager, p. 437. North-Holland Publishing Company, Amsterdam-New York-Oxford 1979.
- (16) Denny, F. W., Ayoub, E. M., Dillon, H. C., Disney, F. A., Kaplan, E. L., Moody, M. D., Paterson, P. Y., Taranta, A.: Prevention of Rheumatic Fever. *Circulation* 43, 983 (1971).
- (17) McEwen, C.: The Diagnosis and Differential Diagnosis of Rheumatoid Arthritis. In: Arthritis and Allied Conditions. Eds. J. L. Hollander, McCarty. Lea and Febiger, Philadelphia 1972.

BUCHBESPRECHUNGEN

Laboratoriumsdiagnose hämatologischer Erkrankungen (in zwei Teilen), Teil 2: K. Lechner: *Blutgerinnungsstörungen*. 268 Seiten.

Bei dem vorliegenden Buch handelt es sich um eine ausgezeichnete Anleitung für die Abklärung von hämorrhagischen Diathesen, Plättchenfunktionsstörungen sowie Zuständen mit erhöhter Thrombosegefährdung (Thrombophilie).

Nach einer allgemeinen Einführung in die Physiologie der Blutgerinnung wird bei den einzelnen Krankheitsbildern jeweils die Pathophysiologie sowie die Klinik kurz abgehandelt. Das Hauptgewicht aber liegt auf den für die Diagnostik von Blutgerinnungsstörungen erforderlichen Laboratoriumstests. Es werden genaue, gut verständliche Anleitungen für die Durchführung der verschiedenen Methoden gegeben. Dabei wird besonders auf häufige Fehlerquellen hingewiesen. Ein eigenes Kapitel beschäftigt sich mit dem Festlegen eines Normalbereiches sowie der Wertigkeit der regelmäßigen Testung von Normalpersonen und

der Teilnahme an Rundversuchen. Trotz des Hauptgewichtes auf dem Laboratoriumsteil wird aber aufgezeigt, daß gerade für die Diagnostik hämorrhagischer Diathesen die gleichzeitige Kenntnis des klinischen Bildes unabdingbare Voraussetzung ist. Weiters wurden hervorragende Schemata für das systematische Vorgehen bei der Abklärung von hämorrhagischen Diathesen ausgearbeitet. Eine umfangreiche Literaturübersicht beinhaltet nicht nur wichtige Übersichtsarbeiten, sondern auch Primärliteratur. Das Buch spiegelt die jahrzehntelange Erfahrung des Autors als Leiter eines großen Gerinnungszentrums wider. Auf Grund der Erfahrungen schon während der ersten wenigen Monate nach Erscheinen des Buches kann vorausgesagt werden, daß dem Werk ein hervorragender Platz als praxisorientiertes Standardwerk in der deutschsprachigen Literatur zukommen wird. Das Buch sollte nicht nur für Internisten eine Pflichtlektüre sein, sondern ist auch chirurgisch tätigen Kollegen zu empfehlen.

H. Niessner, Wien

MITTEILUNGEN

Ausschreibung eines wissenschaftlichen Förderungspreises durch die Österreichische Gesellschaft für Nuklearmedizin

Zur Förderung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der Nuklearmedizin wurde der ÖNG von Byk-Mallinckrodt ein Förderungspreis zur Verfügung gestellt. Dieser „Byk-Mallinckrodt-Förderungspreis Nuklearmedizin“ ist jährlich mit S 35.000 dotiert und wird hiermit von der ÖNG für das Jahr 1984 zum vierten Male ausgeschrieben.

Ausschreibungsbedingungen

1. Teilnahmeberechtigt sind Akademiker mit österreichischer Staatsbürgerschaft, die auf dem Gebiet der Nuklearmedizin oder auf einem ihr verwandten naturwissenschaftlichen Arbeitsgebiet (Radiochemie, -biologie, Pharmakologie, Physik) wissenschaftlich arbeiten.

2. Auf die Beziehung der eingereichten Arbeit zur Nuklearmedizin wird besonderer Wert gelegt. Unter Nuklearmedizin wird dabei die Anwendung von radioaktiven Stoffen zur Diagnostik und Therapie von Krankheiten an Patienten sowie deren Einsatz bei der Erforschung von Krankheiten und der Entwicklung von

Heilmethoden verstanden. Eine Einreichung zur Publikation ist nicht Voraussetzung. Sollte die Arbeit jedoch bereits zur Publikation eingereicht worden sein, so darf der Annahmetermin nicht länger als 18 Monate zurückliegen.

3. Bei einer durch eine Arbeitsgruppe verfaßten Arbeit ist nur der Erstautor zur Einreichung berechtigt. Ihm wird auch der Preis übergeben.

4. Da der Preis in erster Linie zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses gedacht ist, werden Ordinarii und Institutsvorstände gebeten, sich nicht um den Preis zu bewerben.

5. Der Schlußtermin für die Einreichung ist der 15. Oktober 1984 (Datum des Poststempels!).

6. Die Präsentation der prämierten Arbeit findet wie üblich im Rahmen der Jahreshauptversammlung der ÖNG, und zwar Ende November 1984 in Wien, statt.

7. Die Arbeiten sind in zweifacher Ausfertigung beim Sekretär der ÖNG (OA Dr. A. Kroiss, Nuklearmedizin, 1. Medizinische Abteilung, Krankenhaus Rudolfstiftung, Juchgasse 23, 1030 Wien, einzureichen.

8. Nähere Auskünfte erteilt die Österreichische Gesellschaft für Nuklearmedizin.