

KRANKENHAUSHYGIENE

Erkennen und Monitieren von nosokomialen Infektionen Einsatz der Künstlichen Intelligenz und der Fuzzy-Theorie

Klaus-Peter Adlassnig^{1,2,3}, Alexander Blacky⁴, Harald Heisz³, Ojan Assadian⁴, Walter Koller⁴

Wissensbasierte diagnostische Intelligenz auf der Grundlage des Europäischen Surveillance-Systems HELICS erkennt nosokomiale Infektionen.



Univ.-Prof. Dr. Klaus-Peter Adlassnig

Institut für Medizinische Experten- und Wissensbasierte Systeme, Med. Universität Wien und LBI für Expertensysteme und Qualitätsmanagement in der Medizin
mes-office@meduniwien.ac.at
Tel.: +43-1-40400-6668

Die MONI-Programme

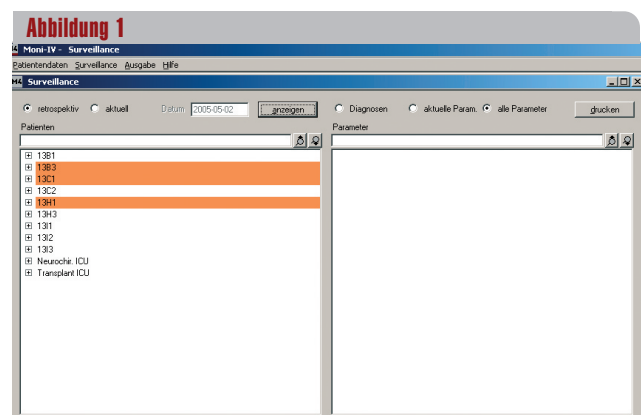
Methodische Fortschritte bei der formalen Repräsentation und Verarbeitung medizinischen Wissens, die im Bereich der Künstlichen Intelligenz und der Fuzzy-Theorie erzielt worden sind, ermöglichen die softwarebasierte Verarbeitung natürlichsprachlich dargestellten medizinischen Wissens, wie es in den Definitionen von nosokomialen Infektionen (z.B. CDC, KISS, HELICS [1]) zu finden ist [2, 3]. An den Universitätskliniken der Medizinischen Universität Wien (AKH Wien) konnten auf der genannten Grundlage neben administrativen und Eingabe- sowie flexiblen statistischen Auswertemodulen eine Reihe von wissensbasierten Erkennungs- und Monitoringprogrammen für mikrobiologische Befunde sowie nosokomiale Infektionen (MONI) zu klinisch-praktischen Einsatz gebracht werden. Es sind dies

- ▶ Keim- und Antibioqrammonitoring (Monitoring vordefinierter Spezies mit definierten Resistenzmustern in neu einlangenden mikrobiologischen Befunden),
- ▶ Kreuzinfektionsmonitoring (Mitteilung, ob Keime mit Resistenzmustern übergeleitet werden, die – unter Einhaltung eines bestimmten Zeitfensters – bereits einmal bei einem anderen Patienten erfasst wurden),
- ▶ Häufigkeits- und Trendmonitoring (Mitteilung, ob Häufigkeitssteigerungen definierter Keime über einen „Grundpegel“ vorkommen, die auf ein epidemisches Geschehen hinweisen, und wie stark diese Abweichungen sind), und

- ▶ Monitoring von nosokomialen Infektionen (Mitteilung, bei welchen Patienten die als komplexe Fuzzy-Regeln im Computer repräsentierten Definitionen von nosokomialen Infektionen auf der Grundlage der in den Informationssystemen des AKH Wien abgelegten Befunde vollständig, zu einem gewissen Grad oder nicht erfüllt sind).

Integration

Diese Programme sind dabei direkt – beim Erkennen von nosokomialen Infektionen erfolgt die Verarbeitung über mehrere Abstraktionsstufen – an das Laborinformationssystem (LIS) der Mikrobiologie sowie an die Patientendatenmanagementsysteme (PMDS) der Intensivstationen (ICU) angeschlossen. Zum einen liefern die MONI-Programme aktiv Hinweise auf Keime und nosokomiale Infektionen (siehe Abb. 1), begründen diese (siehe Abb. 2) und ermöglichen schnelle Intervention. Zum anderen geben Ergebnisstatistiken Auskunft über vorliegende Keime und Infektionen auf den Stationen, den Ambulanzen und der gesamten medizinischen Einrichtung.



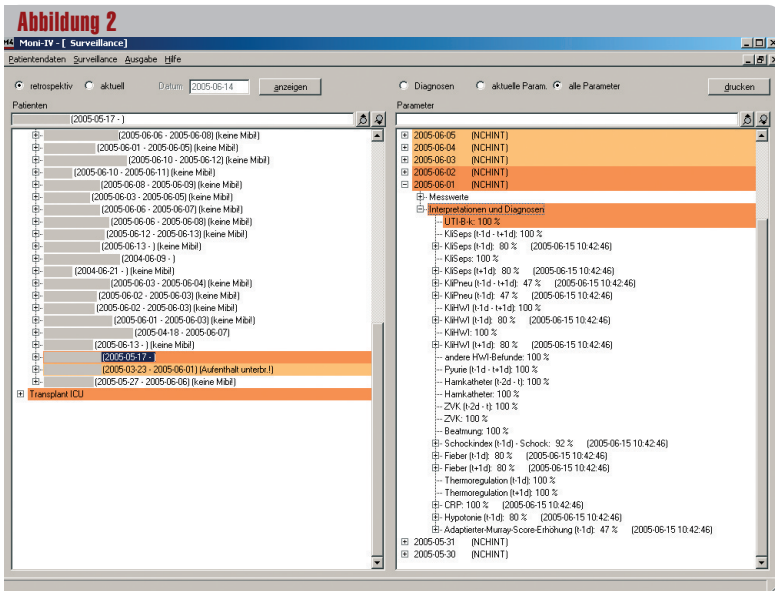
Intensivstationen, auf denen – nach letztem Datenstand – Patienten eine nosokomiale Infektion oder einen Verdacht darauf entwickelt haben; Farbcodierungen zeigen an, ob es sich um Verdachtsfälle – die HELICS-Definitionen von nosokomialen Infektionen sind nur zu einem gewissen Grad erfüllt – oder um bestätigbare Fälle mit vollständig erfüllter Definition handelt.

¹ Institut für Medizinische Experten- und Wissensbasierte Systeme, Besondere Einrichtung für Medizinische Statistik und Informatik, Med. Universität Wien

² Ludwig Boltzmann Institut für Expertensysteme und Qualitätsmanagement in der Medizin

³ medexter GmbH, Wien

⁴ Klinische Abteilung für Krankenhaushygiene, Klinisches Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Med. Universität Wien



Bei einem Patienten der neurochirurgischen Intensivstation ist die Definition einer kathe-ter-assoziierten symptomati-schen Harnwegsinfektion (siehe oben UTI-B-K) zu 100 % erfüllt; die zugrunde liegenden Patientendaten sowie die jeweils aus den Daten abgeleiteten Symptome werden angezeigt.

Die bisherigen Ergebnisse

Derzeit liegen 24 vollständig softwaregestützte Definitionen von nosokomialen Infektionen, wie sie auf Erwachsenen-Intensivstationen auftreten, gemäß dem Europäischen Surveillance-System HELICS [1] vor. Es handelt sich dabei um sechs Formen von Septikämien, neun Formen von auf der Intensivstation erworbenen Pneumonien, weiteren sechs Formen von Harnwegs- sowie drei von Zentralvenenkatheter-induzierten Infektionen.

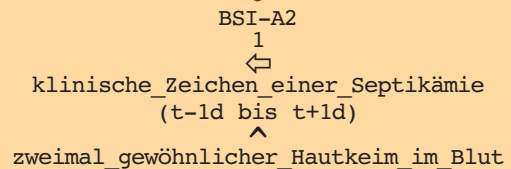
Abbildung 3 zeigt die Umsetzung eines Teils der Definition für Septikämien im HELICS-Dokument [1], die – wie auch alle anderen Definitionen von nosokomialen Infektionen – natürlichsprachlich vorliegt, in eine formale Regel. Es handelt sich dabei um „Primäre Septikämie mit klinischen

Sepsiszeichen und zweimal gewöhnlichem Hautkeim im Blut“. Die Elemente dieser Regel werden weiter aufgesplittet (Abb. 4). Sie enthalten eine Reihe von Subdefinitionen von klinischen und mikrobiologischen Konzepten, die letztendlich über einen Datenimport aus den PDM-Systemen der Intensivstationen sowie dem LIS der Mikrobiologie bewertet werden. Ein Teil dieser Konzepte wurde, wie in Abbildung 5 am Beispiel von „CRP erhöht“ ersichtlich, als Fuzzy-Menge definiert. Die Verarbeitung und Zusammenführung der jeweils ausgewerteten medizinischen Fuzzy-Konzepte, also die sogenannte formale Wissensverarbeitung, erfolgt mittels Fuzzy-Logik.

Die bisher erhaltenen Ergebnisse zeigen nicht nur die technische Machbarkeit; die medizinischen Ergebnisse ermöglichen schon jetzt eine ungeahnte – weil für unmöglich gehalten – Objektivierung klinischer Fälle in Hinblick auf nosokomiale Infektionen.

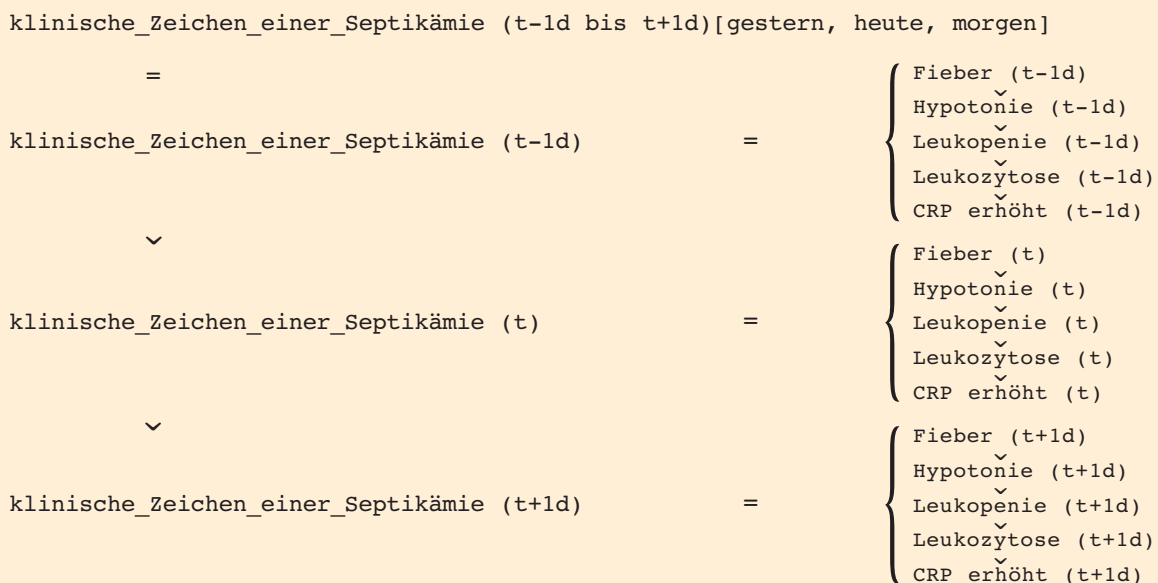
Abbildung 3

Patient has at least one of the following signs or symptoms: fever (>38°C), chills, or hypotension **and** 2 positive blood cultures for a common skin contaminant (from 2 separate blood samples drawn within 48 hours).
skin contaminants = coagulase-negative staphylococci, *Micrococcus* sp., *Propionibacterium acnes*, *Bacillus* sp., *Corynebacterium* sp.



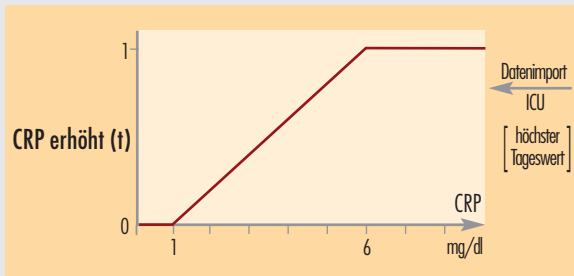
Beispiel für eine Septikämie-Definition

Abbildung 4



Zerlegung des Konzepts „klinische Zeichen einer Septikämie“

Abbildung 5



Das medizinische Konzept „CRP erhöht“ ist durch eine Fuzzy-Menge definiert. Unter 1 mg/dl ist „CRP erhöht“ = 0, also nicht erfüllt, bei z.B. 3,5 mg/dl dann „CRP erhöht“ = 0,5, also zu einem gewissen Grad erfüllt, und ab einem gemessenen CRP-Wert von 6 mg/dl ist „CRP erhöht“ = 1 und damit vollständig erfüllt.

Schlussfolgerung

Durch die Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz und der Fuzzy-Theorie wurden die vorliegenden Erkennungs- und Monitoringprogramme mit wissensbasierter Intelligenz ausgestattet, die automatisiert komplexe Analyseschritte durchführt, diese begründet und damit nachvollziehbar macht.

Wir erwarten uns durch den täglichen Einsatz dieser Programme einen erheblichen Beitrag zum Qualitätsmanagement am AKH Wien, im Besonderen konkrete Unterstützung der behandelnden Ärzte und Ärztinnen bei der Reduktion der Rate der nosokomialen Infektionen auf den Intensivstationen und damit auch die Erschließung eines erheblichen Kostenreduktionspotentials. ■

Danksagungen

Wir sind den Damen und Herren der AKH-EDV des AKH Wien für ihre ausdauernde Unterstützung dieses Projektes zu Dank verpflichtet. Eine besondere Danksagung ergeht auch an Frau DI Andrea Rappelsberger, die unermüdlich zur Realisierung des MONI-Projektes beigetragen hat.

Literatur:

- [1] Hospital in Europe Link for Infection Control through Surveillance (HELICS) (2004) Surveillance of Nosocomial Infections in Intensive Care Units – Protocol Version 6.1, (Based on Version 5.0 including technical amendments), September 2004, Project commissioned by the EC / DG SANCO / F/ 4, Agreement Reference number: VS/1999/5235 (99CVF4-025), 1–51. <http://helics.univ-lyon1.fr/index.htm> (Zugriff: 9. Juli 2005)
- [2] Zadeh, L.A. (1996) Fuzzy Logic = Computing with Words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems* 4 (2), 103–111.
- [3] Adlassnig, K.-P. (Ed.) (2000) Fuzzy Diagnostic and Therapeutic Decision Support. *Österreichische Computer Gesellschaft, Band 137, Wien.*