

Wissensbasiertes Erkennen und Monitoring von nosokomialen Infektionen

Mit computergestützten Überwachungssystemen können nosokomiale Infektionen früh erkannt werden. An der Medizinischen Universität Wien wird gerade das regelbasierte Monitoring-System "Moni" evaluiert.

TEXT: KLAUS-PETER ADLASSNIG, ALEXANDER BLACKY, WALTER KOLLER

Nosokomiale, oder im Krankenhaus erworbene, Infektionen stellen eine häufige Komplikation bei stationär behandelten Patienten dar. Die zunehmende Verfügbarkeit digitalisierter medizinischer Daten aller Patienten im Krankenhaus ermöglicht prinzipiell eine patientenspezifische Früherkennung und ein umfassendes Monitoring von nosokomialen Infektionen. Grundlage dafür sind die im Krankenhaus routinemäßig genutzten Informationssysteme, die im zunehmenden Maße medizinische Daten der Patienten aus Anamnese und ihrer physikalischen Untersuchung sowie Messdaten aus dem Laboratorium und Mess-, Pflege- und Untersuchungsdaten der Klinik digitalisiert speichern, übertragen und wiedergeben. Es handelt sich dabei um Krankenhausinformationssysteme (KIS), die – unter anderem – Aufnahme-, Transferierungs- und Entlassungsdaten der Patienten verwalten, um medizinische Informationssysteme (MIS) der

unterschiedlichsten Stationen und Ambulanzen, die medizinische Daten der Patienten speichern, um Laborinformationssysteme (LIS) mit den entsprechenden Laborbefundergebnissen sowie um Patientendatenmanagementsysteme (PDMS) auf den Intensivstationen mit klinischen, Labor-, Geräte- sowie Pflegedaten.

Formale Repräsentation

Hochwertige wissensbasierte medizinische Entscheidungsunterstützung auf der Grundlage dieser in den jeweiligen Informationssystemen gespeicherten medizinischen Patientendaten setzt voraus, dass medizinisches Wissen – in Form von Interpretationen von seltenen oder komplexen Laborbefunden, softwaregestützten Definitionen von Symptomen, Krankheiten und Behandlungsabläufen, medizinischen Entscheidungsregeln und -tabellen oder Ähnlichem – formal repräsentiert und im Computer gespeichert ist.

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 (zum Beispiel der CDC, HELICS, KISS) zu finden ist.

An den Universitätskliniken der Medizinischen Universität Wien (Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien, AKH Wien) konnten auf der genannten Grundlage neben administrativen Modulen und Eingabemodulen sowie flexiblen statistischen Auswertemodulen eine Reihe von wissensbasierten Erkennungs- und Monitoringprogrammen für mikrobiologische Befunde und nosokomiale Infektionen zum klinisch-praktischen Einsatz gebracht werden. Es sind dies

- **Moni/Keim:** Keim- und Antibiogrammmonitoring (Monitoring vordefinierter Spezies mit definierten Resistenzmustern in neu einlangenden mikrobiologischen Befunden),
- **Moni/KreuzInf:** Kreuzinfektionsmonitoring (Mitteilung, ob Keime mit Resistenzmustern übergeleitet werden, die – unter Einhaltung eines bestimmten

Zeitfensters – bereits einmal bei einem anderen Patienten erfasst wurden),

- **Moni/Trend:** 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

- **Moni/NI-ICU-HELICS:** Monitoring von nosokomialen Infektionen (Mitteilung, bei welchen Patienten die als komplexe Fuzzy-Regeln im Computer repräsentierten Definitionen von nosokomialen Infektionen auf der Grundlage der im Krankenhausinformationssystem abgelegten Befunde vollständig, zu einem gewissen Grad oder nicht erfüllt sind). (Abbildung 1)

Die Moni-Programme

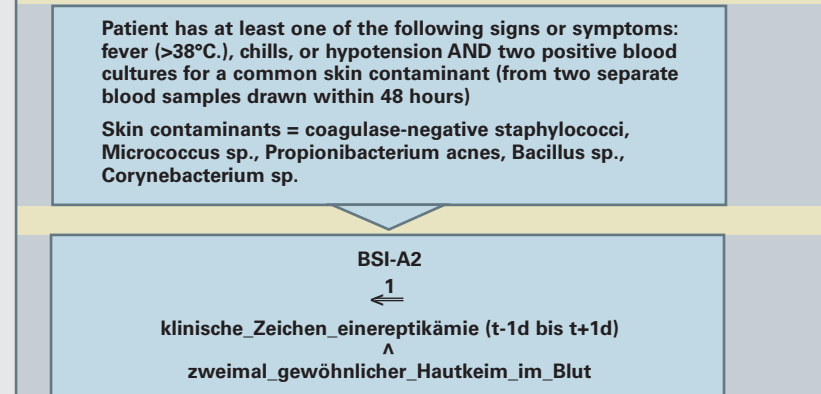
Beim Erkennen von nosokomialen Infektionen erfolgt die Verarbeitung über mehrere Abstraktionsstufen. Die Moni-Programme sind direkt an das LIS der Mikrobiologie (derzeit: EDV-System der Stadt Wien, später: MOLIS-System der Firma Sysmex) sowie an die PDM-Systeme der Intensivstationen (hier: CareVue der Firma Philips) angeschlossen. Zum einen liefern sie aktiv Hinweise auf Keime und nosokomiale Infektionen beim Einzelpatienten, begründen diese und ermöglichen schnelle Intervention. Zum anderen geben Ergebnisstatistiken Auskunft über vorliegende Keime und Infektionen auf den Stationen, den Ambulanzen und der gesamten medizinischen Einrichtung.

Die bisherigen Ergebnisse

Derzeit liegen 24 vollständig softwaregestützte Definitionen von nosokomialen Infektionen, wie sie auf Erwachsenen-Intensivstationen auftreten, gemäß dem Europäischen Surveillance-System HELICS 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 2 zeigt die Umsetzung eines Teils der Definition für Septikämien im HELICS-Dokument in eine formale Regel, die – wie auch alle anderen Definitionen von nosokomialen Infektionen – natürlichsprachlich vorliegt. Es handelt sich dabei um „Primäre Septikämie mit klinischen Sepsiszeichen und zweimal gewöhnlichem Hautkeim im Blut (innerhalb von 48 Stunden)“. Die Elemente dieser Regel werden weiter aufgesplittet. Sie enthalten eine Reihe von Subdefinitionen von klinischen und mikrobiologischen Konzepten, die letztendlich über einen Datenimport aus den PDM-Systemen des AKH Wien sowie dem LIS der Mikrobiologie des AKH Wien bewertet werden. Ein Teil dieser Konzepte wurde als Fuzzy-Menge definiert. Die Verarbeitung und Zusammenführung der jeweils ausgewerteten medizinischen Fuzzy-Konzepte, also die sogenannte formale Wissensverar-

Abb. 2 – Beispiel für eine Septikämie-Definition



beitung, erfolgt mittels Fuzzy-Logik.

Die Programme Moni/Keim, Moni/KreuzInf und Moni-Trend sind derzeit nur im Teilbetrieb. Nicht alle Arbeitsplätze der Mikrobiologie sind mit Computerarbeitsplätzen ausgestattet. Das wird sich jedoch mit Ende des Jahres ändern. Das Moni/NI-ICU-HELICS befindet sich im kompletten Testbetrieb. Zwölf Erwachsenen-Intensivstationen am AKH mit insgesamt bis zu 96 Betten sind an das Moni/NI-ICU-HELICS angeschlossen. In einer derzeit laufenden Test- und Feintuningphase erfolgt eine Evaluierung und Optimierung des Systems. Die bisher erhaltenen Ergebnisse zeigen nicht nur die technische Machbarkeit; die medizinischen Ergebnisse ermöglichen schon jetzt eine ungeahnte – weil für unmöglich gehaltene – Objektivierung klinischer Fälle in Hinblick auf nosokomiale Infektionen.

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.

■ **KLAUS-PETER ADLASSNIG** (Foto)^{1,2}, **ALEXANDER BLACKY**³, **WALTER KOLLER**³
¹Institut für Medizinische Experten- und Wissensbasierte Systeme, Besondere Einrichtung für Medizinische Statistik und Informatik, Medizinische Universität Wien, Spitalgasse 23, A-1090 Wien; klaus-peter.adlassnig@meduniwien.ac.at
²Medexter Healthcare GmbH, Lazarettgasse 20,
 A-1090 Wien; www.medexter.com, office@medexter.com
³Klinische Abteilung für Krankenhaushygiene, Klinisches Institut für Hygiene und Medizinische Mikrobiologie, Medizinische Universität Wien, Währinger Gürtel 18-20, A-1090 Wien; {alexander.blacky, walter.koller}@meduniwien.ac.at



Literaturhinweise unter
 ► www.e-health-com.eu/zeitschrift/ausgabe/literatur

Abb. 1 – Zusammenspiel modernster formaler Methoden

