

Georg Stüssi¹, Anita Gähler²

Automation in der Hämatologie – Hämatologiestrasse

Die Automation hat sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten mit grossen Schritten entwickelt, und ein modernes Hämatologielabor ist ohne Automation nicht mehr denkbar. Sowohl in der zellulären Hämatologie als auch in der Gerinnung und Transfusionsmedizin werden heute die meisten Untersuchungen in vollständig automatisierten Geräten durchgeführt. Seit einigen Jahren wird auch die automatisierte Mikroskopie zunehmend in der Routine eingesetzt, und in spezialhämatologischen Gebieten wie beispielsweise der Molekularbiologie entwickelt sich ebenfalls rasch eine vollständige Automatisierung.

Im Bestreben einer weiteren Ökonomisierung haben immer mehr Hämatologielabors auf sogenannte Hämatologiestrassen umgestellt, die den Probentransport zu den verschiedenen Geräten automatisieren. Alle diese Neuerungen haben zu einer grundlegenden Änderung der Arbeitsabläufe im Labor und zu einer Reduktion und Verlagerung des Personals geführt. Der folgende Artikel soll einen Überblick über die heutige Hämatologie-Automation und Hämatologiestrassen liefern.

Automation in der Hämatologie

Automation bezeichnet die Verwendung von Kontrollsystemen und Informationstechnologie zur Reduktion der menschlichen Arbeit und zur Verbesserung der Arbeitssicherheit. Sie ist im Hämatologie-Labor nicht mehr wegzudenken und stellt die Grundlage für eine rasche Probenbearbeitung und Erstellung eines Befundes dar.

Die Vorteile der Automation sind vielfältig. Sie führt zu einer deutlichen Re-

duktion des Zeitaufwandes und somit zu einer erheblichen Kostenreduktion. Die «Turn-around time» kann gesenkt und dadurch die Anzahl der Proben pro Zeiteinheit erhöht werden. Gleichzeitig bedeutet es auch eine grössere Sicherheit für das Laborpersonal, da die meisten Automaten vollautomatisiert ohne Blutkontakt funktionieren. Durch die Automatisierung wurde es möglich, Arbeitsabläufe zu generieren, die jenseits der menschlichen Möglichkeiten liegen. So zählen Hämatozytometer trotz geringerem Probevolumen mehrere tausend Zellen innerhalb von wenigen Sekunden, was zu einer sehr hohen Messgenauigkeit führt.

Veränderung und Spezialisierung

Die Nachteile der Automatisierung liegen ebenfalls auf der Hand. Die Geräte haben häufig hohe Beschaffungs- und Wartungskosten, und das Labor ist vom einwandfreien Funktionieren der Geräte abhängig. Die zunehmende Automatisierung hat auch zu einer erheblichen Veränderung des Berufsbildes der biomedizinischen Analytiker/innen geführt. Wo früher die Pipette und das Mikroskop die wichtigsten Arbeitsutensilien gewesen sind, sind es heute Computer und Scattergramme. Trotz Automatisierung ist die menschliche Arbeit jedoch weiterhin unerlässlich. Die zunehmende Komplexität der Laborgereäte bedingt ein vermehrtes technisches Know-how des Personals zur korrekten Bedienung der Geräte. Weiterhin ist ein hochstehendes fachlich-medizinisches Wissen des Personals enorm wichtig, ohne das eine korrekte Validierung der «automatisiert erhobenen» Befunde nicht möglich ist. Die Reduktion des Personals im Bereich der Automation ermöglicht auch das vermehrte Einsetzen von Personal in der hämatologischen Spezialdiagnostik (z.B. Immunphänotypisierung, Molekularbiologie). Insgesamt kommt

es dadurch zu einer zunehmenden Spezialisierung des Laborpersonals.

Hämatologie-Automaten

Hämatozytometer stellen das Herzstück jedes Hämatologielabors dar. Die ersten automatisierten Hämatozytometer



Das erste Modell des «Coulter Counter A» von 1956

wurden in den fünfziger Jahren durch Wallace H. Coulter entwickelt und kommerzialisiert. Noch heute erinnert die Wallace-H.-Coulter-Vorlesung während der Jahresversammlung der amerikanischen Gesellschaft für Hämatologie an diesen Pionier der Laborhämatologie. Mit diesen Geräten konnten erstmalig verschiedene hämatologische Parameter vollautomatisch erfasst werden. Heutzutage ist die maschinelle Differenzierung ein integraler Bestandteil der hämatologischen Beurteilung. Die Funktionsweise von Hämatozytometern basiert auf verschiedenen Technologien: Absorption und Streuung von Lichtwellen, elektrischer Impedanz und fluoreszierenden Farbstoffen. Hämatozytometer haben eine Vielzahl von verschiedenen Funktionen. Die Basisfunktion ist die Bestimmung des Hämogrammes (Hämoglobin, Erythrozytenzahl und -indizes sowie Thrombozyten und Leukozyten), welches in allen Geräten vorhanden ist. Diese kann durch eine Leukozyten-Differenzierung und Reticulozyten-Bestimmung ergänzt werden.

Es bedeutet eine grössere Sicherheit für das Laborpersonal, da die meisten Automaten vollautomatisiert ohne Blutkontakt funktionieren.

duktion des Zeitaufwandes und somit zu einer erheblichen Kostenreduktion. Die «Turn-around time» kann gesenkt und dadurch die Anzahl der Proben pro Zeiteinheit erhöht werden. Gleich-

1 PD Dr. med. Georg Stüssi, Servizio di Ematologia, Istituto oncologico della Svizzera Italiana, Bellinzona

2 Dr. med. Anita Gähler, Hämatologisches Zentrallabor und Abteilung Hämatologie, Luzerner Kantonsspital

In modernen Geräten wird eine Vielzahl von weiteren Parametern gemessen (z.B. Thrombozyten-Volumen und -Verteilung, unreife Retikulozyten, Hämoglobingehalt der Retikulozyten usw.), die in bestimmten klinischen Situationen hilfreich sein können. Das Problem dieser Werte ist jedoch häufig, dass sie keine Standardisierung und keine Qualitätskontrollen haben und somit schlecht vergleichbar sind.

Rasches Beurteilen und elektronische Mikroskopie

In der täglichen Routine können normale Blutbilder sehr rasch beurteilt und bearbeitet werden. Auch bei pathologischen Blutbildern ist bei entsprechenden Kenntnissen über die Interpretation der graphischen Werte-Darstellung (Scattergramm) und über die Vorwerte eine rasche Beurteilung möglich und eine manuelle Differenzierung oft nicht notwendig. Die maschinelle Differenzierung wird in ausgewählten Fällen durch eine manuelle, mikroskopische Beurteilung ergänzt. Hierbei hat sich die morphologische Beurteilung von einer quantitativen (z.B. Neubauer-Zählkammer) zu einer qualitativen Beurteilung gewandelt. Die meisten Hämatologielabors haben beispielsweise die manuelle Messung von Thrombozyten und Retikulozyten zugunsten der maschinellen Quantifizierung vollständig aufgegeben. Auch wird die manuelle Differenzierung zunehmend durch die elektronische Mikroskopie ergänzt und in der Zukunft vielleicht auch abgelöst. Insbesondere bei Proben mit wenigen Leukozyten ist eine elektronische Mikroskopie häufig einfacher durchzuführen und effizienter. Weitere Vorteile der elektronischen Mikroskopie sind die Möglichkeit der elektronischen Speicherung der Daten und der externe Zugang zu Daten übers Internet.

Automatisierte Gerinnungsdiagnostik

In der Gerinnungsdiagnostik werden heutzutage ebenfalls vollautomatisierte Geräte verwendet. Alle gängigen Globalteste und die Faktorenbestimmungen können auf diesen Geräten problemlos gemessen werden und sind in der Routinediagnostik dadurch rasch verfügbar. Je nach Gerät kann die Gerinnungsbildung optisch (Turbidimetrie,

Nephelometrie) oder mechanisch Viskositäts-basiert (Metallkugel) gemessen werden oder es kommen optische Messsysteme für chromogene amidolytische Assays zur Anwendung. Bei vielen Gerinnungsautomaten kommen diese verschiedenen Testsysteme im gleichen Analyzer zur Anwendung und ermöglichen dadurch eine effiziente Abarbeitung der Proben. Auch Thrombelastographie, Thrombozytenfunktions-Analyzer und Aggregometer sind zunehmend automatisiert und vereinfachen dadurch die Spezialdiagnostik der Gerinnung. Diese Automatisierung ermöglicht es auch, die spezialhämatologischen Untersuchungen zunehmend in die Routinediagnostik zu integrieren.

Die Hämatologiestrasse

Die Hämatologiestrasse ist eine konsequente Weiterführung der Automation. Dies bedeutet, dass nicht mehr nur die Probenanalyse automatisch durchgeführt wird, sondern auch der Probentransport und die Verteilung des Materials für verschiedene Untersuchungen vollautomatisiert erfolgen. Die Blutproben werden dabei auf Bänder gestellt, die sie zum richtigen Gerät transportieren, oder die Blutproben werden direkt durch einen präanalytischen Automat verarbeitet (Zentrifugation, wenn nötig Aliquotierung der Proben und dann Verteilung auf die entsprechende Strasse und vollautomatisierte Zuführung dieser Proben zu den entsprechenden Analysegeräten). Im entsprechenden Gerät wird die Identität mittels eines Barcodes ermittelt und die Untersuchung automatisch durchgeführt. Danach können nach dem gleichen Prinzip weitere Untersuchungen folgen oder aber die Probe in einem Probenarchivar gelagert werden. Eine Nachverordnung kann mittels einer elektronischen Anforderung direkt erfasst und die Probe aus dem Probenarchivar automatisiert über die Strasse dem Analysegerät zugeführt werden. Im Idealfall kommt eine Probe im Hämatologielabor an und wird vom Laborpersonal eingelesen, oder es besteht bereits eine elektronische Verordnung des Auftrages von der Station. Die Probe wird dann in die Strasse respektive in das Präanalysegerät gestellt. Bereits durch das Einlesen bzw. die elektronische Anforderung des Auftrages wird erfasst, welche Untersuchungen gemacht werden müssen, und die entsprechenden Blutproben werden automatisch dem jeweiligen Gerät zugewiesen.

Automatisierung in Hämatologie – «ligne d'hématologie»

Au cours de ces dernières années et décennies, l'automatisation s'est développée à grands pas et un laboratoire d'hématologie moderne sans processus automatisés n'est aujourd'hui plus concevable. A l'heure actuelle, la plupart des analyses est réalisée au moyen d'appareils totalement automatisés, à la fois dans l'hématologie cellulaire, dans le domaine de la coagulation et dans la médecine transfusionnelle. Depuis quelques années, la microscopie automatisée est aussi de plus en plus utilisée en routine et l'automatisation totale se développe également très vite dans des domaines spécifiques de l'hématologie comme la biologie moléculaire. Dans un souci d'économies croissantes, de plus en plus de laboratoires d'hématologie ont investi dans des «lignes d'hématologie», qui acheminent automatiquement les échantillons vers les différents appareils. Toutes ces innovations ont conduit à un changement fondamental des processus de travail au laboratoire, ainsi qu'à une réduction et à une réorientation du personnel. Cet article allemand fournit un aperçu des processus actuels en hématologie et des «lignes d'hématologie».

derung des Auftrages wird erfasst, welche Untersuchungen gemacht werden müssen, und die entsprechenden Blutproben werden automatisch dem jeweiligen Gerät zugewiesen.

Automatische Validierung

Auch die Befundvalidierung kann teilweise automatisch erfolgen. Die Validierungskriterien müssen dabei genau definiert und festgelegt werden. Normale Befunde können technisch validiert und automatisch freigegeben werden. Auch pathologische Befunde können teilweise mit Hilfe eines Delta-Checks (Trendkontrolle) automatisch freigegeben oder aber zur medizinischen Validierung gekennzeichnet werden. Viele Hämatologiestrassen haben auch die Möglichkeit einer automatischen Ausstrichmaschine. Auch hier können Kriterien festgelegt werden, die zu einem automatischen Ausstrich führen.

Die Auswahl der verschiedenen Komponenten in einer Hämatologiestrasse

Kantonsspital Aarau



Das Kantonsspital Aarau ist das überregionale Zentrumsspital des Kantons Aargau mit einer Bevölkerung von über 600'000 Einwohnerinnen und Einwohnern. In über 30 Behandlungszentren und Diagnoseinstituten erbringen über 3'300 Mitarbeitende täglich Topleistungen. Als moderne Arbeitgeberin bietet die KSA AG anspruchsvolle und vielseitige Tätigkeiten, fortschrittliche Arbeitsbedingungen, ein interessantes Umfeld, umfassende Fort- und Weiterbildungen sowie die zentrale Lage.

Das Zentrum für Labormedizin – eine multidisziplinäre Abteilung der Kantonsspital Aarau AG – sucht per sofort oder nach Vereinbarung eine/n

Biomedizinische/n Analytiker/in HF 100%

für den Bereich Hämatologie, Hämostase und Urinstatus

Ihre Aufgaben

Sie sind verantwortlich für die Durchführung von Analysen nach akkreditierten Richtlinien mit modernsten Analysengeräten im Bereich Hämatologie, Hämostase (inklusive Thrombophilie- und Hämophilieabklärungen) und Urine sowie mikroskopische Beurteilungen von Blutbildern, Knochenmark, Punktaten und Urinen. Sie sind bereit, Nacht- und Wochenenddienste zu leisten.

Ihr Profil

Sie bringen eine Ausbildung als Biomedizinische Analytikerin HF / Biomedizinischer Analytiker HF mit, haben Freude an der hämatologischen Analytik und am Umgang mit modernsten Analysenautomaten. Berufserfahrung ist erwünscht, jedoch nicht Bedingung. Sie sind eine selbstständig arbeitende, belastbare, mitdenkende und motivierte Persönlichkeit, die unser Team bereichert. Ihre Erfahrung wird ergänzt durch regelmässige interne und externe Fort- und Weiterbildungen.

Ihre Zukunft

Es erwartet Sie eine selbstständige Arbeit in einem motivierten, innovativen Team mit interdisziplinären, kundenorientierten Ansprüchen und modernster Infrastruktur.

Ihr Ansprechpartner

Für weitere Informationen steht Ihnen Herr Prof. Dr. med. A.R. Huber, Chefarzt Zentrum für Labormedizin, Telefon 062 838 53 02, gerne zur Verfügung. Ihre schriftliche Bewerbung senden Sie bitte mit den üblichen Unterlagen an die Kantonsspital Aarau AG, Frau U. Matter, Bereichspersonalleiterin, Personaldienst, Tellstrasse, 5001 Aarau.

www.ksa.ch

kann den Bedürfnissen des Labors entsprechend gestaltet werden und hängt von der Nachfrage von Untersuchungen und dem Probevolumen ab. Typische Hämatologiestrassen enthalten zum Beispiel ein bis drei Hämatozytometer und je nach Bedarf ein bis zwei Gerinnungsanalyser sowie ein Ausstrichgerät und einen Probenarchivierer. Die Nachteile sind – wie bereits bei den Geräten beschrieben – die hohen Investitionskosten sowie die zunehmende Abhängigkeit vom Funktionieren der Strasse. Vor allem während der Einführung bedeutet eine Strasse auch eine hohe Arbeitsbelastung des Personals, bis alle Freigabekriterien genau definiert sind und die Hämatologiestrasse einwandfrei läuft.

Steuerung bzw. Visualisierung der Laborresultate

Mit zunehmender Automatisierung sowohl der Geräte- als auch der Hämatologiestrasse werden die Schnittstellen zwischen dem Gerät und dem Menschen immer wichtiger. Der Erfolg eines Gerätes oder einer Strasse hängt nicht nur vom Preis und der Zuverlässigkeit, sondern vor allem auch

Der Erfolg eines Gerätes oder einer Strasse hängt nicht nur vom Preis und der Zuverlässigkeit, sondern vor allem auch von deren Benutzerfreundlichkeit ab.

von deren Benutzerfreundlichkeit ab. Die Steuerung kann am Gerät oder an einer Steuerungszentrale der Hämatologiestrasse geschehen. Verschiedene Hilfsmittel wie Touchscreens, Fehlermeldungen und Alarmsysteme sind dabei sehr hilfreich und notwendig. Die Anbindung und Resultatübermittlung in Laborinformationssysteme ist ein zentrales Thema moderner Hämatologielabors, und die effiziente Erstellung eines ansprechenden und gegebenenfalls flexibel gestaltbaren Berichts und einer graphischen Darstellung der Resultate ist für eine gute Kundenzufriedenheit ebenfalls von grosser Wichtigkeit. Mit der modernen Informationstechnologie ist in diesen Bereichen sicherlich noch viel Optimierungspotential vorhanden, und wir werden in den nächsten Jahren in diesem Bereich hoffentlich viele neue Ansätze und Verbesserungen erleben.

Korrespondenz:
georg.stuessi@eoc.ch



Dieser Artikel ist mit der kooaba Shortcut Bilderkennung verknüpft. Mit der App lassen sich Zusatzinfos und Links direkt auf Ihr Smartphone bringen.