Methodenvergleich: Digitale Mikroskopie mit KI-unterstützter Analyse im Vergleich zur manuellen Mikroskopie für Stuhluntersuchungen in der Parasitologie

Céline, Büschlen, BMA 21-24

Bildungsgang Biomedizinische Analytik HF

Institut für Infektionskrankheiten (IFIK), Universität Bern, Parasitologie



Abb. 3: Grundium Ocus® 40

1. Zusammenfassung

Am Institut für Infektionskrankheiten Bern wurde der Grundium Ocus® 40-Scanner (Abb. 3) und die KI-basierte (Künstliche Intelligenz) Software von Techcyte (Abb. 4) im Bereich Parasitologie getestet, um die Effizienz der Mikroskopie von Stuhlsedimenten zu verbessern. Die manuelle Mikroskopie gilt als Goldstandard, ist jedoch zeitaufwändig [1]. In der Validierungsstudie wurden Sensitivität, Präzision und Detektionsgrenzen anhand von 79 Referenzproben, 2 Verdünnungsreihen und 208 Patientenproben bewertet. Alle Proben wurden manuell mikroskopiert, bevor sie mit dem Scanner erfasst und mithilfe der KI-Software ausgewertet wurden. Die Ergebnisse zeigten, dass die digitale Mikroskopie effizient ist, jedoch eine geringere Sensitivität aufweist, insbesondere bei höheren Verdünnungsstufen. Der Kappa-Koeffizient betrug 0.513 für Referenzproben (moderate Übereinstimmung) und 0.889 für Routineproben (fast perfekte Übereinstimmung). Obwohl die digitale Mikroskopie effizient ist, zeigte sie eine geringere Sensitivität, insbesondere bei hohen Verdünnungen. Herausforderungen bestehen bei der Fokussierung und der Erkennung größerer Parasitenstrukturen. Weitere Studien und Optimierungen sind erforderlich, um die Methode in der Routinediagnostik zu etablieren.

2. Einleitung

Am Institut für Infektionskrankheiten Bern wurde der Grundium Ocus® 40-Scanner mit KI-assistierter Analysesoftware von Techcyte getestet, um die Effizienz bei der Untersuchung von Stuhlsedimenten in der Parasitologie zu steigern. Darmparasitosen können beim Menschen zu schwerwiegenden gastrointestinalen Symptomen führen, insbesondere durch Endoparasiten wie Protozoen und Helminthen, deren Eier und Larven in der Größe variieren. Während Protozoen mikroskopisch kleiner (Abb. 2)und schwerer zu erkennen sind, sind Helminthen-Eier und -Larven größer (Abb. 1)und auffälliger [2]. Die KI soll negative Proben schneller identifizieren und positive Ergebnisse hervorheben, wobei die erzeugten digitalen Bilder von Fachpersonen überprüft werden.

Obwohl KI in der Hämatologie bereits erfolgreich eingesetzt wird, ist ihre Anwendung in der Parasitologie aufgrund der Variabilität und Größe der Parasitenstrukturen anspruchsvoller [3]. Die Studie zielt darauf ab zu prüfen, ob die KI-gestützte Methode in der Unterscheidung zwischen positiven und negativen Proben mit der manuellen Mikroskopie übereinstimmt, ob die Klassifizierung der Parasiten korrekt ist und wo die Detektionsgrenze im Vergleich zur klassischen Mikroskopie liegt.



Abb. 1: Verschiedene Helminthen und ihre Grössen (Eier und Larven)



Abb. 2: Darmprotozoen; Entamoeba histolytica/dispar

3. Ziele und Fragestellungen

Ziel: Die Leistung des digitalen Scanners Grundium Ocus® 40 und der KI-unterstützten Software von Techcyte bei der mikroskopischen Untersuchung von Stuhlproben testen. Dabei sollte untersucht werden, wie genau man mit der Software zwischen positiven und negativen Ergebnissen unterscheiden kann, ob die Klassifizierung der Parasiten korrekt ist und wie die Detektionsgrenze im Vergleich zur klassischen Mikroskopie ausfällt.

Fragestellungen:

1. Stimmt das Resultat der digitalen Mikroskopie und des KI-assistierten Algorithmus, das anschließend von einer Fachperson ausgewertet wird, in der Unterscheidung zwischen positiven und negativen Ergebnissen mit dem Resultat überein, das durch eine Fachperson mit der manuellen Methode durchgeführt wird?
2. Ist die Klassifizierung der parasitären Strukturen durch die KI-assistierte Software im Vergleich zur manuellen Methode korrekt?
3. Wo liegt die Detektionsgrenze im Vergleich zur klassischen Mikroskopie?

4. Material, Methodik, Vorgehen

Für den Methodenvergleich wurden über drei Monate alle Stuhlproben (insg. 208 Proben), die bereits klassisch mikroskopisch in der Routine untersucht wurden, zusätzlich mit Digitalmikroskopie und KI-unterstützter Software getestet.

Die Proben, in SAF-Röhrchen konserviert, wurden durch Filtration angereichert, um Parasiten sichtbar zu machen. Zwei Präparate pro Probe wurden erstellt: eines mikroskopierte eine Fachperson manuell ohne Färbung (Goldstandard). Das Resultat wurde vom Dienstarzt freigegeben. Das andere wurde von einer anderen Fachperson digital ausgewertet. Das Resultat der klassischen manuellen Mikroskopie war dieser Fachperson nicht bekannt.

Für digitalen Mikroskopie wurde das Sediment mit einer Iodine-Glycerol-Suspension gefärbt, um die Strukturen für die KI-Software sichtbar zu machen. Das gefärbte Präparat wurde mit dem Grundium Ocus® 40-Scanner (mit 40x Objektiv) gescannt und dessen erzeugten Bilder von der KI-Software zusammengesetzt analysiert. Eine Fachperson begutachtete die Ergebnisse der KI und entschied, ob die Probe positiv (Darmparasiten nachgewiesen oder verdächtig) oder negativ (keine Darmparasiten nachgewiesen) war (Abb. 4). Positive Proben wurden zur Sicherung des Resultates weiter manuell untersucht.

Die Übereinstimmung der beiden Methoden wurde mittels Cohens-Kappa gemessen.

5. Ergebnisse/ Resultate

Die Testresultate der beiden Methoden stimmen bei 204 (25+179) der 208 Proben überein. Bei 4 von 208 Proben stimmen die Methoden nicht überein. Das bedeutet, dass bei 98.08% aller Routineproben beide Methoden das gleiche Resultat ergeben und bei 1.92% der Routineproben die beiden Methoden nicht die gleichen Resultate ergeben.

Der Cohens-Kappa-Koeffizient ergibt: k=0.889

Tabelle 1: Vergleich der Methoden bei der Unterscheidung positiver und negativer Routineproben (Büschlen, 2024)

		Grundium Ocus® 40		
		Positiv	Negativ	
Manuelle Mikroskopie	Positiv	25	1	26
	Negativ	3	179	182
		28	180	**208**

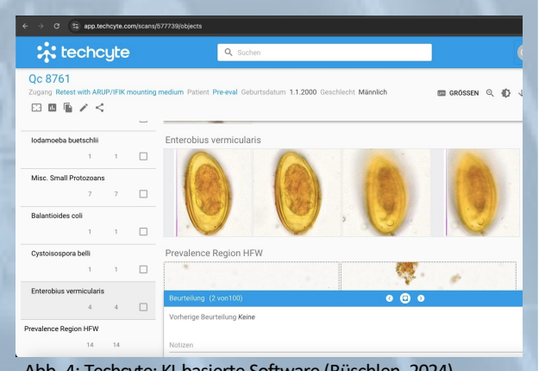


Abb. 4: Techcyte; KI-basierte Software (Büschlen, 2024)

6. Diskussion

Die Übereinstimmung beider Methoden bei den 208 Proben beträgt mit einem Kappa-Wert von 0,889 fast perfekt (1 = perfekte, 0 = zufällige Übereinstimmung). Der Kappa-Wert berücksichtigt Zufallsübereinstimmungen, was ihn präziser als einfache Prozentangaben macht. Etwa 77 Übereinstimmungen sind zufällig. Der niedrigere Wert bei Referenzproben (s. 1. Zusammenfassung) könnte an der Parasitenvielfalt liegen. Größere Strukturen wurden manuell besser erkannt, möglicherweise aufgrund von Fokus- oder Farbintensitätsproblemen. Vier diskrepante Proben wiesen atypische Protozoen-Morphologien auf, die die Identifikation erschwerten. Die digitale Mikroskopie mit KI ist noch nicht für die Routine geeignet; weitere Validierungsexperimente sind notwendig.

Referenzen

1 Mathison et al., 2020, S.1
2 Centers for Disease Control and Prevention, 2022
3 Sysmex, Gebrauchsanweisung 7.1, DI-60, 2023

Abbildungen

Abb. 1 iStockPhoto. (2024) https://www.istockphoto.com/de/foto/helminthen-im-stuhl-gm905578990-249696077
Abb. 2 CDC. (2019) https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html
Abb. 3 Grundium. (2024) https://www.grundium.com/scanners/ocus40/
Abb. 4 Büschlen, C. (2024) *Techcyte; KI-basierte Software.* medi