

Statusartikel

Ugeskr Læger 2023;185:V09220521

Kunstig intelligens til detektion og diagnostik af colonpolypper

Ronja M. B. Lagström¹ & Mustafa Bulut^{1, 2, 3}

1) Center for Surgical Science, Kirurgisk Afdeling, Sjællands Universitetshospital, Køge, 2) Institut for Klinisk Medicin, Københavns Universitet, 3) CAMES Copenhagen Academy for Medical Education and Simulation

Ugeskr Læger 2023;185:V09220521

Kunstig eller artificiel intelligens (AI) vinder frem inden for stort set alle fag. På hospitalerne er begrebet mere eller mindre kendt, afhængig af hvilket speciale man taler om. Særligt inden for patologien og radiologien har man igennem længere tid udforsket brugen af AI. AI inden for koloskopi er derimod relativt nyt, og der mangler stadig retningslinjer for, hvordan det skal bruges. AI-systemerne er trænet i at detektere og karakterisere (dvs. genkende dysplasi) kolorektale polypper i realtid. Ved øget polypdetektion finder man også flere adenomer, som potentielt kan udvikle sig til cancer. Øget detektion kan dog også potentielt føre til unødvendig polypektomi med øget belastning af sundhedsvæsenet og flere gener for patienterne som følge heraf, hvoraf det mest alvorlige naturligvis er interventionskrævende komplikationer.

Formålet med denne artikel er at beskrive den aktuelle status for brug af AI-assisteret koloskopi.

HOVEDBUDSKABER

- Koloskopikvaliteten varierer meget mellem forskellige afdelinger og endoskopører og falder mod slutningen af dagen.
- Artificiel intelligens (AI) kan bruges som beslutningsstøtte ved koloskopi og øger ADR, så risikoen for at udvikle kræft derved mindskes.
- I fremtiden forventes AI at forbedre koloskopikvaliteten.

SCREENING FOR KOLOREKTALCANCER

Kolorektalcancer (CRC) er den tredjehyppigste cancerform, og den næsthyppigste cancerrelaterede dødsårsag på verdensplan [1]. Koloskopi er fortsat guldstandard ved screening for CRC, også i Danmark, hvor vi har et nationalt screeningsprogram, som ved påvist blod i afføringen udløser en koloskopi. Formålet med denne koloskopi er at forhindre udviklingen af cancer ved at fjerne præmaligne læsioner (adenomer) samt at muliggøre detektion af cancer i et tidligt stadium [2]. Da det som kliniker ikke er muligt at karakterisere polypper med tilstrækkelig sikkerhed under en koloskopi, er anbefalingen, at alle polypper i colon skal fjernes med henblik på histologisk undersøgelse [3].

Adenomdetektionsraten

Et af de vigtigste kvalitetsmål for hver endoskopør er adenomdetektionsraten (ADR) [2, 4]. ADR defineres som proportionen af alle koloskopier udført af en endoskopør, hvor der er fundet et eller flere adenomer. Der er

omvendt korrelation mellem ADR og incidensen af interval-CRC. En 1% stigning i ADR er associeret med en 3% mindsket risiko for at udvikle CRC og en 5% mindsket risiko for at udvikle CRC med dødelig udgang [4], men risikoen for at udvikle avancerede adenomer og cancer afhænger af polyppens størrelse. Der skal fjernes respektive 2.352 diminutive (≤ 5 mm), 297 små (6-9 mm) og 10,7 store (≥ 10 mm) polypper for at forebygge et cancertilfælde over ti år [5].

Adenomer overses til gengæld hyppigt [6], og ADR varierer meget mellem forskellige endoskopører [4]. Koloskopikvaliteten varierer også afhængig af tidspunkt på dagen, og det er tidligere vist, at ADR og retraktionstiden falder mod slutningen af dagen med et fald på hhv. 7% og 20% efter dagens syvende koloskopi [7]. Ifølge årsrapporten for tarmkræftscreening i Danmark 2020 varierer ADR på afdelingsniveau fra 42% til 73%.

ARTIFICIEL INTELLIGENS INDEN FOR KOLOSKOPI

Små forbedringer i koloskopikvaliteten kan have stor betydning for resultatet ved CRC-screening. AI fungerer som et ekstra par øjne og muliggør kompensation for de perceptuelle fejl, som bl.a. kan opstå grundet træthed og distraktion [8].

Der er allerede udviklet flere systemer til koloskopi, som bruger AI til at detektere – computerassisteret detektion, CAdE – samt til en vis grad også karakterisere polypper i realtid – computerassisteret karakteristik, CADx [9]. I løbet af de seneste par år er der publiceret flere studier, hvis formål er at undersøge, hvor effektive CAdE-systemerne er. CADx-systemerne er relativt nye og er derfor ikke lige så velundersøgte.

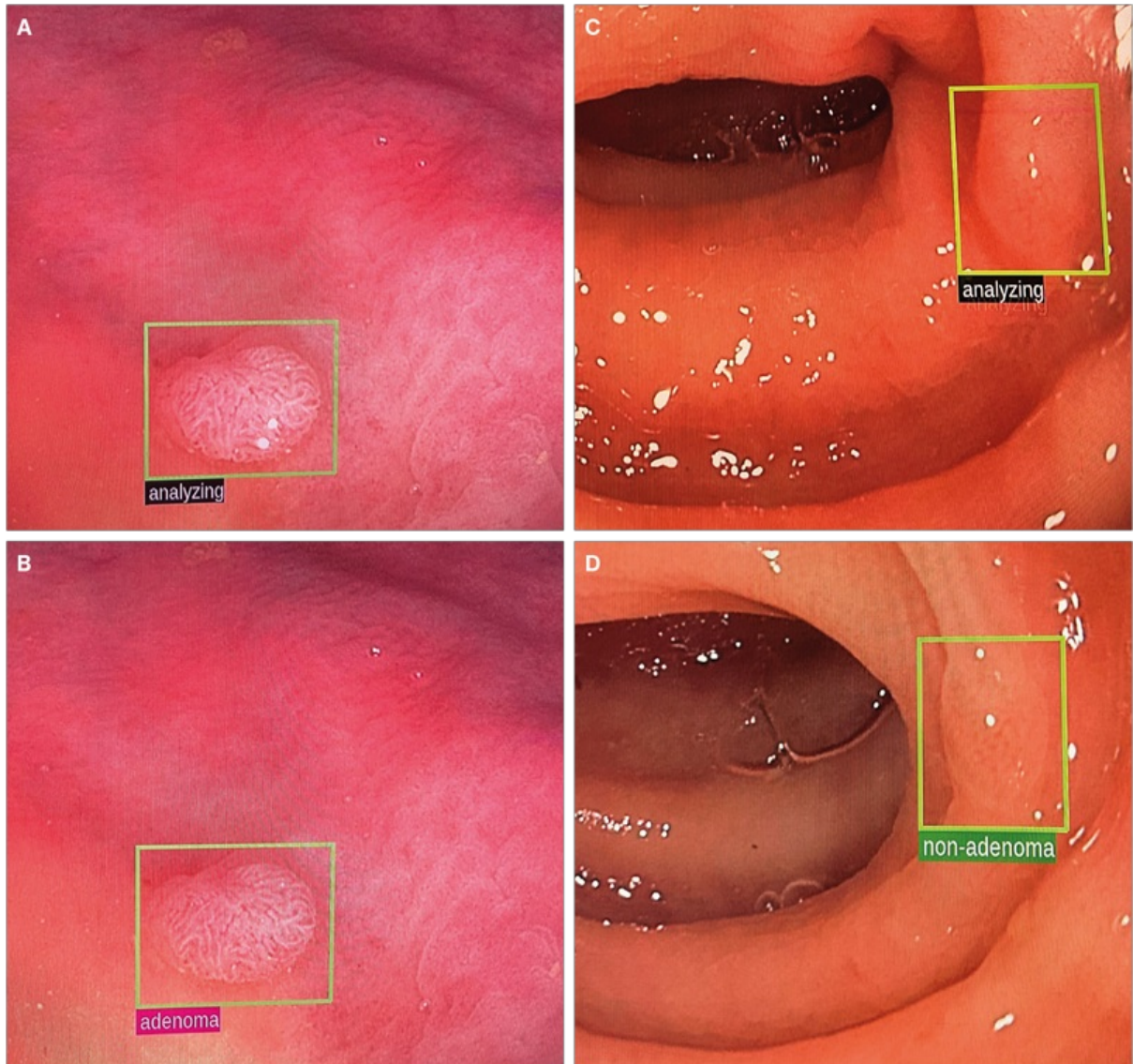
Computerassisteret polypdetektion

I **Tabel 1** ses en oversigt over RCT'er, hvor effekten af AI-assisteret detektion ved koloskopi er undersøgt. I ni af studierne er patienterne randomiseret til at gennemgå enten en AI-assisteret koloskopi eller en konventionel koloskopi [11, 12, 15-17, 19-21, 23]. I de resterende fem studier er der udført tandemkoloskopier, hvor patienterne er blevet randomiseret til enten at få udført en koloskopi med eller uden AI som den første [10, 13, 14, 18, 22]. De outcomes, som er undersøgt som de primære, er ADR, polypdetektionsraten samt adenoma miss rate (AMR). Der ses, at brug af AI ved koloskopi øger ADR signifikant med 8-15% [15-17, 19-21, 23]. Kun to af studierne er europæiske [11, 15]. Både stigning i ADR og reduktion i AMR skyldes primært en øget detektion af diminutive (≤ 5 mm) og små (< 10 mm) neoplasier [10, 11, 14, 15, 18].

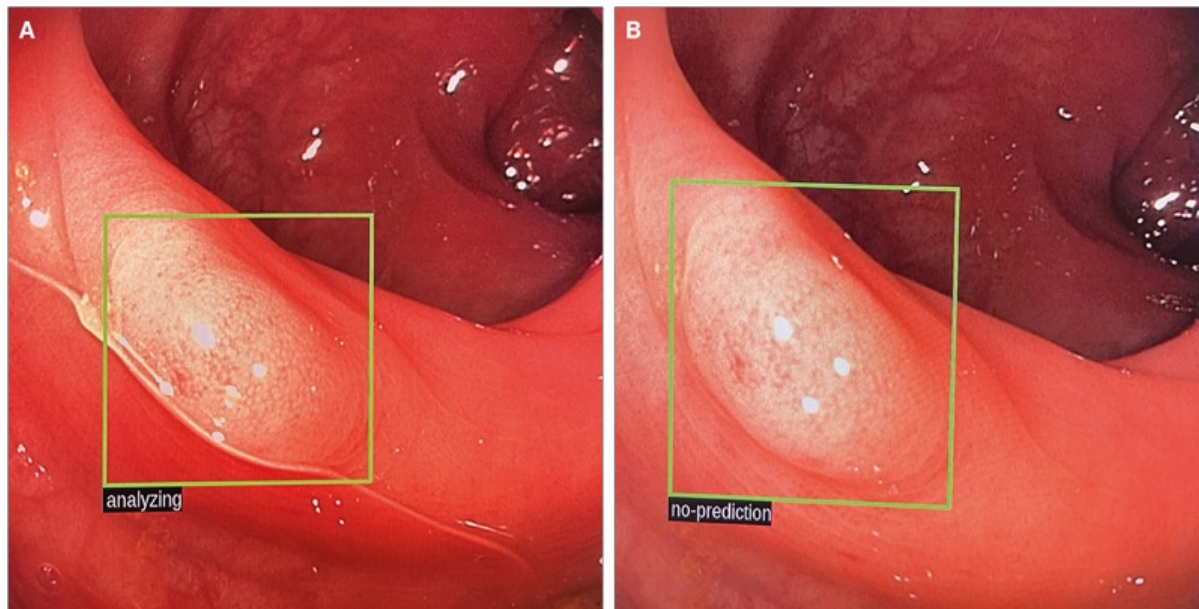
Computerassisteret polypparakteristik

Når man bruger AI som hjælp ved koloskopi, bliver vurderingen af slimhindeforandringer mindre afhængig af endoskopøren og mere objektiv [24]. CADx-systemet kan skelne mellem forskellige visuelle mønstre og ud fra dette afgøre, hvorvidt der er tale om dysplasi eller ej. Ved detektion af en polyp angives, hvorvidt polyppen ligner et adenom eller ikke (**Figur 1**). Der er også tilfælde, hvor systemet ikke kan komme med en vurdering (**Figur 2**).

FIGUR 1 Koloskopi med artificiel intelligens (AI)-assisteret detektion (**A, C**) og karakteristik med fund af hhv. et adenom (**B**) og et nonadenom (**D**) i colon. AI-softwaren GI Genius, Medtronic, er koblet til et standardkoloskop fra Olympus.



FIGUR 2 Systemet har detekteret en slimhindeforandring (A), men kan ikke karakterisere den (B).



I et studie af *Barua et al* blev CADx-systemets evne til at karakterisere små polypper i rektosigmoideum undersøgt. AI-assisteret koloskopi med CADx blev udført på 518 patienter fra fire forskellige centre, hvor endoskopørens vurdering blev sammenlignet med systemets karakteristik og holdt op mod histopatologien. Anvendelse af CADx øgede ikke den diagnostiske sensitivitet for adenomer signifikant, men resultaterne tyder alligevel på, at systemet kan give endoskopøren en fordel og større sikkerhed ved den optiske vurdering [25].

Erfaring hos endoskopøren

AI's effekt i forskellige subgrupper baseret på endoskopørens erfaringsniveau er kun undersøgt i et fåtal af studier. Der er heller ikke helt konsensus for, hvor stor betydning graden af erfaring hos endoskopøren egentlig har, og hvem AI gavner mest.

Måske lidt overraskende har to studier vist, at endoskopørens erfaring faktisk kun spiller en mindre eller ingen rolle som afgørende faktor, når man ser på den effekt, AI-assistance har på respektive ADR og AMR [11, 14].

Resultater fra et tredje studie understøtter dette og indikerer, at CADe-systemer formentlig ikke kun er brugbare for endoskopører med en lav detektionsrate, men at de også kan gavne erfarne endoskopører og øge ADR i denne gruppe [20]. I modsætning til dette tyder nye resultater fra *Rondonotti et al* på, at AI er til størst gavn for mindre erfarne endoskopører. I dette kohortestudie blev ni eksperter og ni ikkeeksperter bedt om at koloskopere hhv. 374 og 222 patienter. Forbedringen i ydeevne var klart større for dem med mindre erfaring [24].

Potentielle ulemper og risici ved artificiel intelligens

Man har været bekymret for forlænget proceduretid og øget arbejdsbelastning, da øget detektion af små polypper kan føre til unødvendig polypektomi [16]. I to studier af *Repici et al* konkluderer man, at anvendelse af CADe ikke førte til øget resektion af ikkeneoplastiske polypper [11, 15]. Generelt ses der en minimalt forlænget retraktionstid ved anvendelse af AI-assisteret koloskopi [26]. Der er ikke påvist en øget risiko for komplikationer [11, 12, 14, 15].

En anden bekymring har været, at AI kan påvirke udviklingen og vedligeholdelsen af endoskopørernes

kompetencer negativt, og at man som kliniker begynder at stole for meget på systemets detektionsevne og vurdering. At AI kan have en negativ indvirkning på beslutningstagning, er dokumenteret inden for andre specialer. Denne risiko bør derfor overvejes ved implementering af AI ved koloskopi. Det er også vigtigt, at AI-systemerne er trænet på repræsentative datasæt, som ligner patienterne i klinikken [27]. AI-assisteret detektion kan ikke kompensere for insufficient udrensning, og dårlig teknik med suboptimal visualisering af mucosa eller en alt for kort retraktionstid [8]. Hvis man ikke er opmærksom på disse betingelser, kan man risikere en u hensigtsmæssig anvendelse af systemet.

FREMTIDEN

Ved rutineanvendelse af CADe tyder den nuværende evidens på, at man vil kunne forvente en yderligere reduktion i incidensen af interval CRC [18, 26]. Ved at supplere med et valideret CADx-system ville det være muligt at selektere mellem de polypper, der skal fjernes, og de, som kan efterlades, og derved reducere den ekstra arbejdsbelastning, som en øget detektion er forbundet med [9, 16]. AI kommer formentlig også til at spille en vigtig rolle ved fremtidig sikring og forbedring af øvrige kvalitetsparametre ved koloskopi.

Leave-in-situ-strategi

The European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) har lavet retningslinjer for, hvornår små (1-5 mm) polypper i rektosigmoideum kan efterlades in situ. Ved optisk karakteristik, med eller uden AI, kræves en sensitivitet og specificitet på hhv. mindst 90% og 80%, for at polypperne skal kunne efterlades (leave-in-situ) [28].

Rondonotti et al har vist, at AI kan bruges ved implementering af begge strategier for små polypper i rektosigmoideum. Det er dog vigtigt at påpege, at dette forudsætter en erfaren endoskopør [24].

Økonomi

Areia et al har publiceret et studie, i hvilket der baseret på en simulationsmodel undersøges, hvorvidt det er omkostningseffektivt at bruge AI-assisteret detektion ved screeningskoloskopier i en hypotetisk kohorte i USA. De ekstra omkostninger, som er direkte relateret til AI-systemet, påvirker ikke prisen pr. koloskopi væsentligt. Den primære prisstigning i forbindelse med brug af AI skyldes de ekstra polypkontrolkoloskopier med tilhørende polypektomier, som en øget detektion resulterer i. Resultaterne af analysen tyder dog på, at man vha. AI kan forebygge så mange tilfælde af CRC, at man i sidste ende faktisk sparer store beløb [29].

Kvalitet

Som tidligere nævnt kan et system, som kun detekterer og karakteriserer polypper, ikke kompensere for dårlig koloskopiteknik. Hvis man til gengæld kan få et system, som samtidig monitorerer kvalitetsparametre ved koloskopi, herunder sufficient retraktionstid og sufficient visualisering af mucosa, kan endoskopøren få kontinuerlig feedback i realtid og derved korrigeres løbende og forbedre sig over tid.

Udviklingen er allerede godt i gang. *Su et al* har udviklet et system, som både kan detektere polypper, evaluere kvaliteten af udrensning og give feedback på retraktionshastigheden. Dette resulterede i en markant forbedret ydeevne under retraktionsfasen [17]. *Gong et al* har udviklet et lignende system, som ud over at registrere retraktionshastigheden også gør endoskopøren opmærksom på oversete områder [19]. Systemerne er nævnt i Tabel 1. *Yao et al* konkluderer, at et kvalitetsforbedringssystem – computer-aided quality improvement, CAQ – øger effekten af AI-assisteret detektion (CADe). Resultaterne viser også, at CAQ øger detektionen af store adenomer i kontrast til CADe, som primært øger detektionen af små polypper [30].

TABEL 1 Oversigt over randomiserede studier og de respektive primære outcomes.

Reference	System (produktnavn) Firma/universitet	Patienter inkl. i analyse, N	Patienter med AI-assisteret koloskopi, n	Primært outcome	Signifikans?	Stigning i ADR, %	Centre, n
Wallace <i>et al</i> [10], Italien/UK/USA, 2022	CADe (GI Genius) Medtronic	230	230	AMR	Ja	-	8
Repici <i>et al</i> [11], Italien/Schweiz, 2022	CADe (GI Genius) Medtronic	660	330	ADR	Ja	8,8	5
Xu <i>et al</i> [12], Kina, 2021	CADe Hithink RoyalFlush Information Network Co.	2.352	1.177	PDR	Nej	-	6
Brown <i>et al</i> [13], USA, 2021	CADe (Endoscreener) Wision AI Co.	223	223	AMR	Ja	-	4
Kamba <i>et al</i> [14], Japan, 2021	CADe LPIXEL Inc./The Jikey University	344	344	AMR	Ja	-	4
Repici <i>et al</i> [15], Italien, 2020	CADe (GI Genius) Medtronic	685	341	ADR	Ja	14,4	3
Liu <i>et al</i> [16], Kina, 2020	CADe Henan Xuanweitang Medical Information Technology Co.	1.026	508	ADR	Ja	15,2	1
Su <i>et al</i> [17], Kina, 2020	Automatic quality control system	623	308	ADR	Ja	12,4	1
Wang <i>et al</i> [18], Kina, 2020	CADe (Endoscreener) Wision AI Co.	369	369	AMR	Ja	-	1
Gong <i>et al</i> [19], Kina, 2020	Real-time quality improvement system (Endoangel) Wuhan University	642	324	ADR	Ja	9	1
Liu <i>et al</i> [20], Kina, 2020	CADe (Endoscreener) Wision AI Co.	790	393	ADR	Ja	8,1	1
Wang <i>et al</i> [21], Kina, 2020	CADe (Endoscreener) Wision AI Co.	962	484	ADR	Ja	6	1
Luo <i>et al</i> [22], Kina, 2020	CADe Xiamen Innovision Co.	150	150	PDR	Ja	-	1
Wang <i>et al</i> [23], Kina, 2019	CADe (Endoscreener), Wision AI Co.	1.058	522	ADR	Ja	8,8	1

ADR = adenomdetektionsrate; AI = artificiel intelligens; AMR = adenoma miss rate; CADe = computerassisteret detektion; PDR = polypdetektionsrate.

AI-assisteret genkendelse af appendixåbningen og valvula samt retrofleksjon i rectum ville bidrage til at sikre komplet koloskopi og mindske risikoen for at overse cancer og polypper. Når udviklingen er nået så langt, at der findes et system, som også kan måle polyppernes diameter, angive lokalisering og gemme data for samtlige patologiske forandringer, kommer journalføringen til at blive både hurtigere, mere præcis og mere ensartet. Dette vil bidrage til øget kvalitet af koloskopierne.

KONKLUSION

Anvendelse af AI ved koloskopi øger detektionsraten af polypper og adenomer. AI-assisteret polypkarakteristik kan supplerende bruges som beslutningsstøtte for klinikere. AI må dog ikke ses som erstatning for undervisning, god kvalitet og vedligeholdelse af høj kompetence inden for koloskopi. Til gengæld kommer AI med høj sandsynlighed til at spille en vigtig rolle netop for kompetenceudviklingen, da et veludviklet AI-system kan give objektiv feedback i realtid. Inden denne type system kan implementeres som standard, skal der kunne redegøres for systemets faktiske effekt i den kliniske hverdag, og til det er supplerende viden fra store randomiserede studier påkrævet.

Korrespondance Ronja M. B. Lagström. E-mail: lagstromronja@gmail.com

Antaget 3. januar 2023

Publiceret på ugeskriftet.dk 6. marts 2023

Interessekonflikter ingen. Forfatternes ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Artikelreference [Ugeskr Læger](https://ugeskriftet.dk) 2023;185:V09220521

SUMMARY

Artificial intelligence-assisted detection and characterization of colorectal polyps

Ronja M. B. Lagström & Mustafa Bulut

[Ugeskr Læger](https://ugeskriftet.dk) 2023;185:V09220521

Colonoscopy is the golden standard when screening for colorectal cancer, but the colonoscopy quality and the adenoma detection rate (ADR) vary widely among different endoscopists. Artificial intelligence (AI) can reduce performance variability by compensating for perceptual errors. As referred to in this review, several studies have shown that AI-assisted colonoscopy increases ADR significantly. AI will probably contribute to a more accurate diagnosis of patients in the future, but additional large multicenter studies are needed to assess the AI systems' actual clinical value.

REFERENCER

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209-249.
2. Shaikat A, Kahi CJ, Burke CA et al. ACG clinical guidelines: colorectal cancer screening 2021. *Am J Gastroenterol.* 2021;116(3):458-479.
3. Steele RJC, Pox C, Kuipers EJ et al. European guidelines for quality assurance in colorectal cancer screening and diagnosis. First edition--management of lesions detected in colorectal cancer screening. *Endoscopy.* 2012;44 Suppl 3:SE140-50.
4. Corley DA, Jensen CD, Marks AR et al. Adenoma detection rate and risk of colorectal cancer and death. *N Engl J Med.* 2014;370(14):1298-306.
5. Pickhardt PJ, Hassan C, Laghi A et al. Small and diminutive polyps detected at screening CT colonography: a decision analysis for referral to colonoscopy. *AJR Am J Roentgenol.* 2008;190(1):136-44.
6. Zhao S, Wang S, Pan P et al. Magnitude, risk factors, and factors associated with adenoma miss rate of tandem colonoscopy: a systematic review and meta-analysis. *Gastroenterology.* 2019;156(6):1661-1674.e11.
7. Marcondes FO, Gourevitch RA, Schoen RE et al. Adenoma detection rate falls at the end of the day in a large multi-site sample. *Dig Dis Sci.* 2018;63(4):856-859.
8. Milluzzo SM, Cesaro P, Grazioli LM et al. Artificial intelligence in lower gastrointestinal endoscopy: the current status and future perspective. *Clin Endosc.* 2021;54(3):329-339.
9. Hann A, Meining A. Artificial intelligence in endoscopy. *Visc Med.* 2021;37(6):471-475.
10. Wallace MB, Sharma P, Bhandari P et al. Impact of artificial intelligence on miss rate of colorectal neoplasia. *Gastroenterology.* 2022;163(1):295-304.e5.
11. Repici A, Spadaccini M, Antonelli G et al. Artificial intelligence and colonoscopy experience: lessons from two randomised trials. *Gut.* 2022;71(4):757-765.
12. Xu L, He X, Zhou J et al. Artificial intelligence-assisted colonoscopy: a prospective, multicenter, randomized controlled trial of polyp detection. *Cancer Med.* 2021;10(20):7184-7193.
13. Brown JRG, Mansour NM, Wang P et al. Deep learning computer-aided polyp detection reduces adenoma miss rate: a United States multi-center randomized tandem colonoscopy study (CADET-CS trial). *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2022;20(7):1499-1507.e4.
14. Kamba S, Tamai N, Saitoh I et al. Reducing adenoma miss rate of colonoscopy assisted by artificial intelligence: a multicenter randomized controlled trial. *J Gastroenterol.* 2021;56(8):746-757.
15. Repici A, Badalamenti M, Maselli R et al. Efficacy of real-time computer-aided detection of colorectal neoplasia in a

- randomized trial. *Gastroenterology*. 2020;159(2):512-520.e7.
16. Liu W-N, Zhang Y-Y, Bian X-Q et al. Study on detection rate of polyps and adenomas in artificial-intelligence-aided colonoscopy. *Saudi J Gastroenterol*. 2020;26(1):13-9.
 17. Su J-R, Li Z, Shao X-J et al. Impact of a real-time automatic quality control system on colorectal polyp and adenoma detection: a prospective randomized controlled study (with videos). *Gastrointest Endosc*. 2020;91(2):415-424.e4.
 18. Wang P, Liu P, Glissen Brown JR et al. Lower adenoma miss rate of computer-aided detection-assisted colonoscopy vs routine white-light colonoscopy in a prospective tandem study. *Gastroenterology*. 2020;159(4):1252-1261.e5.
 19. Gong D, Wu L, Zhang J et al. Detection of colorectal adenomas with a real-time computer-aided system (ENDOANGEL): a randomised controlled study. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2020;5(4):352-361.
 20. Liu P, Wang P, Glissen Brown JR et al. The single-monitor trial: an embedded CADe system increased adenoma detection during colonoscopy: a prospective randomized study. *Therap Adv Gastroenterol*. 2020;13:1756284820979165.
 21. Wang P, Liu X, Berzin TM et al. Effect of a deep-learning computer-aided detection system on adenoma detection during colonoscopy (CADe-DB trial): a double-blind randomised study. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2020;5(4):343-351.
 22. Luo Y, Zhang Y, Liu M et al. Artificial intelligence-assisted colonoscopy for detection of colon polyps: a prospective, randomized cohort study. *J Gastrointest Surg*. 2021;25(8):2011-2018.
 23. Wang P, Berzin TM, Glissen Brown JR et al. Real-time automatic detection system increases colonoscopic polyp and adenoma detection rates: a prospective randomised controlled study. *Gut*. 2019;68(10):1813-1819.
 24. Rondonotti E, Hassan C, Tamanini G et al. Artificial intelligence assisted optical diagnosis for resect-and-discard strategy in clinical practice: the artificial intelligence BLI Characterization (ABC) study. *Endoscopy*. 2023;55(1):14-22.
 25. Barua I, Wieszczy P, Kudo S et al. Real-time artificial intelligence-based optical diagnosis of neoplastic polyps during colonoscopy. *NEJM Evid*. 2022;1(6).
 26. Ashat M, Klair JS, Singh D et al. Impact of real-time use of artificial intelligence in improving adenoma detection during colonoscopy: a systematic review and meta-analysis. *Endosc Int Open*. 2021;9(4):E513-E521.
 27. Bisschops R, East JE, Hassan C et al. Advanced imaging for detection and differentiation of colorectal neoplasia: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) guideline – update 2019. *Endoscopy*. 2019;51(12):1155-1179.
 28. Houwen BBSL, Hassan C, Coupé VMH et al. Definition of competence standards for optical diagnosis of diminutive colorectal polyps: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) position statement. *Endoscopy*. 2022;54(1):88-99.
 29. Areia M, Mori Y, Correale L et al. Cost-effectiveness of artificial intelligence for screening colonoscopy: a modelling study. *Lancet Digit Health*. 2022;4(6):e436-444.
 30. Yao L, Zhang L, Liu J et al. Effect of an artificial intelligence-based quality improvement system on efficacy of a computer-aided detection system in colonoscopy: a four-group parallel study. *Endoscopy*. 2022;54(8):757-768.