



Användning av AI inom hälso- och sjukvård

En avgränsad, strukturerad litteraturöversikt över användningen av AI
inom hälso- och sjukvården

Innehåll

Inledning.....	3
Syfte med litteraturöversikten	3
Bakgrund - Vad är AI och hur kan det hjälpa vården?	3
Exempel på typer av AI.....	3
Reglering av AI.....	4
Medicinteknikförordningen	4
AI Act	4
Metod – avgränsad, strukturerad litteraturöversikt.....	4
Datakällor, sökstrategi och sökbegrepp för litteraturöversikten	5
Resultat av litteratursökningar.....	6
Prediktion av risk och kostnader samt prevention av sjukdom på populationsnivå (område 1)	6
Beslutsstöd för patientflödesoptimering och kapacitetsstyrning, schemaläggning (område 2).....	8
Beslutsstöd för diagnos inom olika sjukdomsområden (Område 3).....	9
Tabell 8: Personanpassade behandlingsstöd i akut och kronisk sjukdom - bibliometri (område 4)	12
Analys av artiklar som förekommer i flera än två sökningar relaterat till diagnos eller terapi	13
Medicinsk patientkontakt från akut till monitorering av kroniska sjukdomstillstånd (område 5)	17
Stöd för och effektivisering av administrativa uppgifter (Område 6)	18
Utbildning, patientkommunikation, forskning och utveckling (Område 7)	19
Diskussion och sammanfattning av identifierade teman	19
Litteratur:	20

Inledning

Knappast någon människa i dagens samhälle har kunnat undgå att ta del av vad artificiell intelligens (AI) redan idag erbjuder i form av digitala assistenter, chatbotar och digitala appar via Internet. AI används också i bakgrunden av många av våra tjänster i form av rekommendationer av musik (Spotify), filmer (Netflix), produkter i e-handel, nyhetsflöden i sociala medier, navigering (Google maps) etc.

Även inom vården har AI vunnit stora steg, framförallt inom diagnostisk radiologi, men det finns goda skäl att anta att AI kan användas för många fler uppgifter inom vården. Generellt vid införande av nya teknologier i vården gäller att samtidig verksamhetsutveckling krävs för att effekterna ska bli synliga. Detta gäller sannolikt också för AI där vissa områden inom vården är mer lämpliga och lönsamma att införa AI-lösningar än andra. AI är inte svaret på samtliga av vårdens utmaningar, men de utmaningar som vården idag har att hantera som att säkerställa kompetensförsörjning, tillgänglighet och kvalitetsmål med begränsade budgetar gör det motiverat att undersöka vad AI skulle kunna hjälpa till med.

För att få en bild av var vården globalt lyckats införa AI med goda resultat behövs omvärldsspaning. I denna rapport görs detta via en litteraturoversikt av referentgranskade artiklar i medicinska databasen Pubmed.

Syfte med litteraturoversikten

Syftet med denna litteraturoversikt är att identifiera inom vilka områden som AI och andra liknande metoder för dataanalys vunnit, eller kan komma att vinna, steg i hälso- och sjukvården och vilka för- och nackdelar, vinster och utmaningar som identifierats och därefter utifrån förenklade rimlighetsbedömningar diskutera möjligheterna att applicera identifierade lösningar i Region Västmanlands vård.

Bakgrund - Vad är AI och hur kan det hjälpa vården?

Att artificiell intelligens utvecklats så snabbt under senare år beror till stor del på den ökande mängden digitalt tillgängliga data, billigare minneskapacitet och snabbare processorer i våra datorer och de datadrivna algoritmer och modeller som AI använder. Traditionellt har statistiska metoder som regressionsanalys använts för att analysera stora datamängder och förstå hur olika faktorer påverkar ett visst utfall. Det som kännetecknar AI-modeller är att de dels är tränade på omfattande datamängder, dels autonomt uppdateras utifrån nya data så att modellen med tiden blir bättre på att förutsäga svaret på en viss fråga. En definition på AI som täcker de flesta applikationer som brukar benämnas AI är just att de är programmerade att *självständigt* (autonomt), *uppdatera sig* (lära sig) att utföra en uppgift. Detta var den definition som Socialstyrelsen valde att använda i rapporten Digitala vårdtjänster och artificiell intelligens i hälso- och sjukvården som kom 2019 (1).

Fördelarna med AI-applikationer är därför att de ofta bättre kan återge komplexa, icke-linjära relationer mellan ett större antal olika ingående faktorer (input) i modellen och dess utfall (output) än vad som brukar vara möjligt med traditionella metoder (2). Många AI-modeller kan också, förutom att hantera större antal ingående faktorer också hantera olika typer av data från olika domäner (kvantitativa, kvalitativa interdisciplinära data från olika domäner inom naturvetenskap, medicin, socio-ekonomi, humaniora) (3).

Exempel på typer av AI

I denna rapport kommer förkortningen ML för **maskininlärning** att förekomma för självuppdaterande algoritmer som tolkar data, lär sig av dessa data och sedan använder kunskapen till att fatta informerade beslut. De flesta ML algoritmer tränas i hur bra de kan prediktera ett givet utfall, men det finns även oövervakade algoritmer som används för klustring av data. En vanlig ML algoritm är beslutsträd som identifierar förklaringsfaktorer för ett visst utfall. Genom att kombinera flera beslutsträd parallellt och där förklaringsfaktorerna slumpas till vad som på engelska kallas för "random forests" kan ofta högre förklaringsvärde uppnås i termer av sensitivitet och specificitet. När sådana självuppdaterande algoritmer organiseras i flera lager, så kallade artificiella neurala nätverk, brukar man tala om **djupinlärning**. (4)

Reglering av AI

Teknologier som har stor kapacitet att lösa problem medför också risker om de används på ett ej genomtänkt sätt, eller för andra syften än de som de ursprungligen utvecklades för. I de fall AI används som beslutsstöd vid vård av enskilda patienter räknas AI som en medicinteknisk produkt, enligt medicinteknikförordningen. I många fall använder sig AI-lösningar också av personuppgifter som gör att dataskyddsförordningen (GDPR 2016/679) måste följas. Inom vården utgör patientjournaldata, även om den är pseudonymiserad, personuppgifter som skulle kunna innebära krav på ett samtycke för användningen av data för utveckling eller användning av AI-algoritmer, eller åtminstone att användningen av vissa patientdatauppgifter finns registrerad på ett sätt så att dessa personer kan informeras om att deras personuppgifter används just för utveckling av AI-algoritmer. Om dessa pseudonymiserade patientdata används och bearbetas av en extern medicinteknisk leverantör ska enligt GDPR ett personuppgiftsbiträdesavtal tecknas mellan företrädare för personuppgiftsansvarig inom en region och företaget som betecknas som personuppgiftsbiträde. Även patientdatalagen (PDL 2008:355) som anger hur vårdgivare får använda personuppgifter i patientjournaler måste följas. Enligt PDL får patientdata användas för verksamhetsutveckling, men däremot inte för forskningsändamål som måste föregås av en godkänd etikprövning enligt Lag (2003:460) om etikprövning av forskning som avser människor. Inom EU utvecklas även en mer generell reglering av AI under benämningen "AI Act" och som ännu inte omsatts till giltig lag.

Medicinteknikförordningen

Inom vården är många av de AI-modeller som utvecklats att betrakta som medicinteknik. Detta gäller i de fall AI modellen utför följande uppgifter enligt Medicinteknikförordningen (2017/745) (5):

- diagnos, profylax, övervakning, prediktion, prognos, behandling eller lindring av sjukdom,
- diagnos, övervakning, behandling, lindring av eller compensation för en skada eller funktionsnedsättning,
- undersökning, ersättning eller ändring av anatomin eller av en fysiologisk eller patologisk process eller ett fysiologiskt eller patologiskt tillstånd,
- tillhandahållande av information genom undersökning in vitro av prover från människokroppen, inklusive donationer av organ, blod och vävnad,

I de fall att en AI modell utför någon av dessa uppgifter krävs att en tillverkare tar på sig tillverkaransvaret och uppfyller de krav som definieras i medicinteknikförordningen (MDR 2017/745).

Medicinteknikförordningens krav är strukturerade så att medicintekniska produkter med större risk för skada måste uppfylla strängare krav på att visa att de är säkra och uppfyller sitt avsedda ändamål.

AI Act

I Europa pågår ett lagstiftningsarbete gällande användning av AI som i likhet med medicinteknikförordningen utgår ifrån olika riskklasser, där kraven ökar för AI användningar som kan anses innebära större risker för individer. De risker som anges i förarbetet till lagen är diskriminering, yttrandefrihet, den enskilda människans värdighet, personligt dataskydd och integritet (6).

Metod – avgränsad, strukturerad litteraturöversikt

Att få en fullständig överblick över hela litteraturen för AI användning inom hälso- och sjukvården överstiger möjligheten för enskilda personer att genomföra då antalet artiklar indexerade med begreppen "Artificial Intelligence OR Machine Learning" vid dagens datum 9 augusti 2023 var 258 272 i den medicinska databasen PUBMED. Detta gör det praktiskt svårt att genomföra en systematisk litteraturöversikt. För att få en överblick över AI användningen i hälso- och sjukvården krävs därför en mer pragmatisk ansats med hjälp av olika strukturerade sökstrategier.

För att få en överblick över litteratur om AI användning inom hälso- och sjukvården har följande sju användningsområden för AI undersökts. De användningar som bedöms vara medicintekniska produkter anges med MT, och de som inte anses vara medicinteknik anges med Ej MT:

1. Prediktion av risk och kostnader för insjuknande samt komplikationer på populationsnivå, betydelse av primärprevention (Ej MT)
2. Beslutsstöd för patientflödesoptimering (patientlogistik) och kapacitetsstyrning (schemaläggning) på populationsnivå i sjukvårdssystemet (prediktion av inläggning, återinläggning) (Ej MT)
3. Beslutsstöd för diagnos och prognos på individuellt plan (MT) (symtomdrivet, bildbehandling etc.) med översikt utifrån olika sjukdomsområden (Samma indelning som NPO:erna)
4. Personcentrerade behandlingsstöd i akut (IVA) och kronisk sjukdom, riktlinjer (MT) (Utifrån givna diagnoser) med översikt utifrån olika sjukdomsområden (Samma indelning som NPO:erna)
5. Medicinsk patientkontakt digitalt från akut (Chatrobotar, triage) till monitorering av kroniska sjukdomstillstånd, övervakning, telemedicin (MT)
6. Stöd för och effektivisering av administrativa uppgifter (Journalföring), (Ej MT, användning av generativ AI)
7. Forskning, utbildning av personal och patienter, utveckling och implementering (Ej MT)

Datakällor, sökstrategi och sökbegrepp för litteraturoversikten

För att få en överblick över litteratur om AI användning inom hälso- och sjukvården har följande söktermer (artificial intelligence OR machine learning) först kombinerats med respektive användningsområden enligt punktlistan ovan och därefter kombinerats med mer specifika söktermer i syfte att begränsa omfattningen av artiklar till en överblickbar omfattning (~ 100 artiklar) för respektive sök/användningsområde. Förutom att vara relevanta för de sju användningsområdena generellt bör frågeställningen för studierna också vara relevant för möjlig användning i Region Västmanland.

För användningsområdena 3) *Beslutsstöd för diagnos och prognos på individnivå*, samt 4) *Personcentrerade behandlingsstöd vid definierade sjukdomar eller diagnoser* har särskilda sökningar gjorts inom respektive sjukdomsområde enligt de 26 olika Nationella Programområdena (NPO:er). Detta har gjorts för att säkerställa att litteratur identifieras inom alla dessa områden, även om omfattningen av litteratur inom respektive område skiljer sig åt. Vid dessa sökningar har också omfattningen av AI-litteratur inom respektive sjukdomsområde angivits för att identifiera inom vilka områden som AI-utvecklingen nått längst. Vid dessa 52 olika sökningar har resultaten sorterats enligt PUBMEDs alternativ "best match" och de första 10 artiklarna inom respektive sjukdomsområde har laddats ned, klassificerats och kort beskrivits för att kunna identifiera olika teman som förekommer. Detta innebär att cirka 260 artiklar analyserats för de respektive användningsområdena diagnostik samt terapi. I praktiken visade det sig dock att samma artikel förekommer i olika sökningar och har då endast indexerats till ett område, företrädesvis diagnostik.

De artiklar som kategoriserats till respektive område analyseras därefter på sitt innehåll i två kodningssteg; induktiv primärkodning och därefter gruppering till olika förekommande teman inom respektive användningsområde för AI i hälso- och sjukvården. Detta sker genom översiktlig läsning av de nedladdade artiklarna.

Sök- och kodningsstrategi för artiklar

Sju användningsområden för AI inom hälso och sjukvård:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Prediktion av risk och kostnader för insjuknande samt komplikationer på populationsnivå, betydelse av primärprevention (ej MT) 2. Beslutsstöd för patientflödesoptimering (patientlogistik) och kapacitetsstyrning (schemaläggning) på populationsnivå i sjukvården (prediktion av inläggning, återinläggning) (ej MT) 3. Beslutsstöd för diagnos och prognos på individuellt plan (MT) (symtomdrivet, bildbehandling etc.) med översikt utifrån olika sjukdomsområden (somNPO:erna) 4. Personanpassade behandlingsstöd i akut (IVA) och kronisk sjukdom, riktlinjer (MT) (Utifrån givna diagnoser) 5. Medicinsk patientkontakt från akut (Chatrobotar, triage) till monitorering av kroniska sjukdomstillstånd, övervakning, telemedicin (MT) 6. Stöd för och effektivisering av administrativa uppgifter (Journalföring), (Ej MT, användning av generativ AI) 7. Forskning, utbildning, utveckling, implementering och policy, särskilt utbildning av patienter för bättre välmående (Ej MT) 	<ul style="list-style-type: none"> • Generellt sökbegrepp (Artificial intelligence OR machine learning) kombinerades med specifika söktermer för de sju områdena för att generera träffar i databasen PUBMED, sorterade enligt "best match". Antalet träffar med angivna sökbegrepp registrerades och de första 10 artiklarna relevansbedömdes, kategoriseras inom något av de 7 områdena och laddades ned för vidare kodning. ↓ • Artiklarna omgrupperades ifrån sökområdets termer (t.ex.från primärvård till cancer, om artikeln primärt handlade om cancer) till sjukdomsområdet som artikeln de tillordnades (söktermernas träffsäkerhet var många gånger låg). ↓ • Flera artiklar dök upp flera gånger utifrån olika söktermer. Dessa artiklar tillordnades endast ett sjukdomsområde och dubletter togs bort. ↓ • Samtliga artiklar kodades efter innehåll och grupperades till teman inom respektive sju områden. ↓ • Artiklar som utifrån abstract bedöms ha särskilt intressanta resultat lästes i sin helhet och beskrevs/refererades i rapporten.

Resultat av litteratursökningar

I detta avsnitt redogörs för de viktigaste resultaten och slutsatserna av litteratur-genomgången av klinisk, vetenskaplig litteratur som berör användning av AI i hälso- och sjukvård.

En aspekt som ska tas upp här är hur effektiv sökstrategin och de använda söktermerna visade sig vara. Hade söktermerna varit optimala skulle samtliga träffar hamna inom endast det avsedda området av de sju definierade grupperna/områdena. Det visade sig mycket snabbt att de första sökningarna utifrån prediktion av risk och kostnader för sjukdom resulterade i många artiklar som kategoriserades i de andra sjukdomsområdena än den avsedda och detta mönster att sökkriterierna som användes identifierade annan litteratur utanför sökområdet var genomgående. Även användningen av sorteringsalgoritmen "best match" som finns i PUBMED databasen ledde till att samma artiklar dök upp bland de 10 översta artiklarna vid flertalet olika sökningar för att artiklarnas innehåll och sökord varit väldigt breda.

I och med att sorteringsalgoritmen "best match" gör att vissa artiklar att bli mer synliga vid olika sökningar på AI finns skäl att särskilt beskriva dessa artiklar utifrån medvetenheten att dessa sannolikt kommer att läsas och uppmärksammas i högre grad av andra forskare eller intresserade personer som söker litteratur inom området AI och hälso- och sjukvård.

Detta att många artiklar faller in under olika sökkategorier ger en fingervisning om vilka artiklar och sjukdomsområden som i högre grad än andra kommer att synliggöras. Skillnaden mellan de angivna sökkriteriernas sjukdomsområden och sökresultatens sjukdomsområden analyseras av denna anledning för att visa på det sjukdomsområden som har högre synlighet vid PUBMED-sökningar. Dessa artiklar analyseras i ett särskilt avsnitt samt i tabell 10 med antal träffar per sökning samt utfall i antal artiklar inom respektive område.

Prediktion av risk och kostnader samt prevention av sjukdom på populationsnivå (område 1)

För detta användningsområde användes söktermerna (artificial intelligence OR machine learning) AND ("prediction disease population" OR "prediction healthcare costs" OR "primary prevention") vilket resulterade i 165 träffar vars abstracts relevansgranskades och kategoriserades efter huvudsyfte för AI-användning. Efter att ha arbetat igenom de första 38 artiklarna upptäcktes att antalet träffar helt utan

ändrade söktermer hade ändrats till 4 263 antal artiklar, vilket inte var möjligt att få en överblick över med manuell granskning. Litteraturgranskningen avslutades med resultatet att 20 artiklar med fokus på primärprevention hade laddats ned och kategoriserats efter huvudsaklig AI-användning. En ny sökning genomfördes med söktermerna (artificial intelligence OR machine learning) AND ((prediction disease population) OR (prediction healthcare costs) OR (primary prevention)) vilket resulterade i 51 artiklar som också kategoriserades efter huvudsaklig AI-användning.

Tabell 1. AI-artiklar om risk för insjuknande, kostnader för och prevention av sjukdom på populationsnivå

Sökkriterier (artificial intelligence OR machine learning) AND ("prediction disease population" OR "prediction healthcare costs" OR "primary prevention")		Antal träffar: 4 263. Endast analys av 38
Områden: (1–7)	Specifik AI-användning	
0	Artikeln berörde inte användning av AI i vård	10
1	Analys av attityder till vaccin på sociala medier	10
1	Analys av effekter och utfall av vaccinering	5
1	Utveckling av optimal interventionsstrategi för vaccinering	4
1	Förekomst av metabolt syndrom i population	1
1	Risikfaktorer för kardiovaskulär sjukdom (förmaksflimmer)	3
1	Prediktering av hudkänslighet för olika ämnen	1
1	Prediktering av spridningsförlopp för smittsam infektion	2
1	Prediktion av muskel- eller skelettskada i arbetsmiljöer	1
7	Identifiera primärpreventionsstudier i forskningsdatabas	1

Efter upptäckten att ovanstående sökning genererade 4 263 artiklar istället för 165 avbröts analysen och en ny sökning som resulterade i 51 artiklar analyserades utefter användningsområden för AI.

Tabell 2. AI-artiklar om risk för insjuknande, kostnader för och prevention av sjukdom på populationsnivå

Sökkriterier (artificial intelligence OR machine learning) AND ((prediction disease population) OR (prediction healthcare costs) OR (primary prevention))		Antal träffar: 51 Analys av samtliga 51
Områden: (1–7)	Specifik AI-användning	
0	Artikeln berörde inte användning av AI i vård	10
1	Prediktion av högkostnadspatienter och vårdkostnader	5
1	Stöd för patientidentifiering, optimering av screening	1
1	Riskberäkning av sjukdom och nytta av preventionsinsatser	8
1	Riskbedömning för missbruk	2
1	Bedömning av sjukdomsburda av kikhosta	1
2	Riskbedömning för (åter-) inläggning pga sjukdom, infektion	5
2	Prediktion av sjukhusvistelsetid och utfall	2
2	Bedömning av patienter med störst nytta av diagnostest	1
3	Stöd för diagnos av sjukdom	6
3	Prediktion för inträffande av sjukdom, prognos av utfall	3
4	Behandlingsoptimering	5
4	Identifiering av patienter med störst nytta av behandling	1
5	AI-stöd för egenvård vid hjärtsvikt	1

Sökkriterierna syftade till att identifiera artiklar som berör användning av AI för identifiering av riskfaktorer för sjukdom, höga vårdkostnader, samt grupper i en population som skulle ha störst nytta av preventionsinsatser. Av de 51 artiklarna utgjorde det avsedda AI-området 1 (populationsnivå) endast 16 artiklar (31%) som berörde dessa frågeställningar, vilket visar på svårigheten att formulera lämpliga sökkriterier.

Beslutsstöd för patientflödesoptimering och kapacitetsstyrning, schemaläggning (område 2)

Inom område 2 användes söktermerna (scheduling healthcare personnel) AND (artificial intelligence OR machine learning) vilka gav 26 artiklar. Ett flertal kompletterande sökningar gjordes:

- (prediction readmission) AND (artificial intelligence OR machine learning) 421 artiklar
- (healthcare capacity management) AND (artificial intelligence OR machine learning) 161 artiklar

Prediktionsaspekten kompletterades till den senare sökningen vilket gav 54 artiklar (Prediction AND (healthcare capacity management)) AND (artificial intelligence OR machine learning).

Tabell 3: AI-artiklar om kapacitetsstyrning och flödesoptimering - teman (Område 2)

Sökkriterier (scheduling healthcare personnel) AND (artificial intelligence OR machine learning)		Antal träffar: 26 Analys av samtliga 26
Områden: (1–7)	Specifik AI-användning - Teman	
0	Artikeln berörde inte användning av AI i vård	20
2	Själv-navigerande logistikrobotar i operationsmiljö	1
2	Kapacitetsstyrning och prediktion på akutmottagning	2
2	Bedömning av vårdkvalitet och vårdtid inom psykiatri	1
3	Klassificering av celltyper från histopatologiska bilder	1
5	Användning av autonom chatbott inom HIV prevention	1

Sökkriterierna i ovanstående sökning gav få relevanta artiklar inom området beslutsstöd för patientflödesoptimering och kapacitetsstyrning. Av denna anledning gjordes en kompletterande sökning.

Tabell 4: AI-artiklar om kapacitetsstyrning och flödesoptimering - teman (Område 2)

Sökkriterier (scheduling healthcare personnel) AND (artificial intelligence OR machine learning)		Antal träffar: 54 Analys av samtliga 54
Områden: (1–7)	Specifik AI-användning - Teman	
0	Artikeln berörde inte användning av AI i vård	5
1	AI användningar för hantering av covid-19 pandemin	8
1	Vädrets påverkan på andningsbesvär hos bl.a. KOL-patienter	1
1	Prognos av långsiktiga behovet av akutmottagningar	1
1	Prediktion förekomst av (kronisk) sjukdom i population	5
2	Prediktion inflöde akut, inläggning, utskrivning sjukhus	10
2	Modell för bedömning av akutmottagnings kapacitet	2
2	Ersätta psykiater med AI	1
2	Bedömning av blodanalys för transfusion	1
3	Diagnosbedömning av sjukdom	3
3	Riskbedömning för inträffande av skada vid vissa tillstånd	5
3	Prognos vid sjukdom (cancer) för överlevnad, förvärring, död	4
4	Bedömning av faktorer som påverkar utfall av behandling	2
5	Bedömning när användning av chatbott, när personligt möte	2
7	Extrahering av data till AI-algoritmer från sensorer, journal	4

Beslutsstöd för diagnos inom olika sjukdomsområden (Område 3)

Det användningsområde där AI främst kommit till användning inom hälso- och sjukvården är för diagnostik. Söksträngen "diagnosis AND (artificial intelligence OR machine learning)" gav som illustration till detta 104 844 träffar. För att få överblick över detta material kompletterades sökningen med specifika termer per sjukdomsområde för analys hur antal och karaktär på artiklarna inom respektive område skiljer sig åt.

Tabell 5: AI-artiklar om diagnosstöd – bibliometri (Område 3)

Engelsk sökterm	Antal träffar	AND (artificial intelligence OR machine learning)	Andel
primary care AND diagnosis	239 963	1 888	7,9
acute care AND diagnosis	133 282	1 065	8,0
children's health AND diagnosis	329 545	2 570	7,8
cancer AND diagnosis	2 345 970	26 842	11,4
(endocrine OR diabetes) AND diagnosis	614 378	3 808	6,2
cardiovascular AND diagnosis	1 123 033	7 411	6,6
(skin OR dermatology OR venereology) AND diagnosis	486 544	2 628	5,4
(infectious diseases) AND diagnosis	398 452	1 708	4,3
Surgery AND diagnosis	3 061 018	22 840	7,5
(obstetrics OR gynecology) AND diagnosis	280 146	1 914	6,8
Lifestyle AND diagnosis	79 320	584	7,4
(lung OR allergy) AND diagnosis	762 539	6 049	7,9
(gastrointestinal OR bowel) AND diagnosis	437 161	2 662	6,1
diagnostic	11 546 863	108 244	9,4
(nerve OR nervous) AND diagnosis	668 650	4 259	6,4
(kidney OR urine OR urology) AND diagnosis	721 720	6 291	8,7
(perioperative OR intensive OR transplantation) AND	715 542	5 892	8,2
mental AND diagnosis	285 804	3 547	12,4
(rehabilitation OR habilitation) AND diagnosis	335 212	4 369	13,0
rheumatic AND diagnosis	148 902	769	5,2
(skeletal OR muscle OR joint) AND diagnosis	873 074	7 203	8,3
(rare diseases) AND diagnosis	115 732	501	4,3
dental AND diagnosis	194 103	1 337	6,9
(elderly OR palliative) AND diagnosis	3 609 338	18 530	5,1
(ophthalmology OR eye) AND diagnosis	412 540	4 589	11,1
(ear OR nose OR throat) AND diagnosis	207 349	924	4,5
Medeltal	1 158 699	9 555	7,6

Från tabellen med resultat av sökningar som kombinerar diagnos med sjukdomsområde och AI framgår att AI användningen förefaller ha kommit längst inom områdena **cancer, psykisk hälsa, rehabilitering och ögonsjukdomar** (oftalmologi). Inom cancer och ögonsjukdomar används till stor del AI-algoritmer för bildanalys och inom psykisk ohälsa används främst stora språkmodeller, två ansatser som kommit långt inom AI-området. Inom sökningarna på diagnostik och sjukdomsområden sorterades materialet med PUBMEDs "best match" och de tio första artiklarna inom respektive sjukdomsområde med fokus på diagnostik analyserades på sitt innehåll. I många fall ledde träffarna inom respektive sökning till något av de andra sjukdomsområdena, varför det inte bedöms som meningsfullt att ange en överblick över teman som skulle kunna identifieras för respektive sökning. De sjukdomsområden som har fler än 10 artiklar har

generats utifrån sökkriterier som syftat till identifiering av andra sjukdomsområden, speciellt cancer. Artiklarna i respektive sjukdomsområde analyseras mer utifrån framträdande och gemensamma teman och återges mycket kortfattat, där endast vissa få intressanta resultat kan lyftas fram i tabellen.

Tabell 6: AI-artiklar om stöd för diagnos inom olika sjukdomsområden enligt NPO - teman (Område 3)

Diagnos-/sjukdomsområde	Framträdande <i>teman</i> för AI-användning inom respektive diagnostik-/sjukdomsområde	Antal artiklar
Primärvård	AI:s roll att effektivisera primärvården och diagnosticera särskilda sjukdomar (7)	1 översiktsartikel
Akut vård	Sökträffar inom akutvård har sorterats till andra områden	0
Barns och ungdomars hälsa	En översiktsartikel fokuserade särskilt på diagnostik inom pediatrik. Främsta värdet av AI inom akutvård för triage (8)	1 översiktsartikel
Cancersjukdomar	Många artiklar tar upp behovet av extern validering i studier och potentiell nytta av att kombinera olika datakällor (bild, genomik)	36 artiklar se separat tab.
Endokrina sjukdomar	AI kan användas för prediktering av komplikationer inom diabetes	7 artiklar
Hjärt- och kärlsjukdomar	Viktigaste datakällor för AI är bilder (4 artiklar) och EKG (8 artiklar), även journal, genomik som kan analyseras och användas för diagnos	14 artiklar
Hud- och könssjukdomar	Samtliga artiklar inom dermatologi som tar upp utmaningar att applicera AI i klinisk praktik, särskilt inom primärvården	3 artiklar
Infektionssjukdomar	Fyra artiklar tar upp AI för identifiering av sepsis, de andra AI som beslutsstöd för diagnos, prognos vid olika infektionssjukdomar	8 artiklar
Kirurgi och plastikkirurgi	Översiktsartikel AI i robotkirurgi pekar på behov av extern validering	2 artiklar
Kvinnosjukdomar, förlossning	AI för IVF, ultraljudsbilder, prediktion blödning, fosterövervakning	5 artiklar
Levnadsvanor	AI för prediktion av fetma, övervikt	2 artiklar
Lung- och allergisjukdomar	AI för detektion av lungkomplikationer från bilder (röntgen, PET-CT, ultraljud), prediktion av exacerbation i KOL, andnöd i spirometridata	8 artiklar
Mag- och tarmsjukdomar	AI för bedömning och övervakning av IBD; Analys endoskopibilder	8 artiklar
Medicinsk diagnostik	Artiklarna tog upp AI för bildanalys i samtliga modaliteter	16 artiklar
Nervsystemets sjukdomar	AI för diagnos epilepsi, MS, Parkinsons, Alzheimer, akut stroke, EEG	11 artiklar
Njur- och urinvägssjukdomar	Samtliga 8 artiklar tog upp AI för prediktering av njursjukdom	8 artiklar
Perioperativ, intensivvård, transplantation	AI för anestesi-kontroll, riskprediktion utifrån vitalparametrar och EEG; AI för histokompatibilitetsbedömning vid transplantation	4 artiklar
Psykisk hälsa	AI för diagnos av depression, schizofreni; AI visade på samsjuklighet	4 artiklar
Rehab, habilitering	Fem artiklar tog upp AI vid Stroke rehab, en artikel AI för gånganalys	6 artiklar
Reumatiska sjukdomar	Flest artiklar tar upp diagnos av osteoartrit och artros, en artikel gikt	9 artiklar
Rörelseorganens sjukdomar	AI-detektion av muskel- och skelettskador i bilder; osteoporos-diagnos och prognos för frakturer utifrån bilder	4 artiklar
Sällsynta sjukdomar	Diagnos av sällsynta sjukdomar från genomdata	1 artikel
Tandvård	AI används för kefalometri och tracing, parodontit och kariesdiagnos, stöd för käkkirurgi, tandreglering, prediktion av osteoporos	10 artiklar
Äldres hälsa och palliativ vård	Diagnos demens; Prognos överlevnad - olika tillstånd (sepsis, stroke)	5 artiklar
Ögonsjukdomar	AI används för diagnos av flera synnedsättningar, framförallt analys av retinopati vid diabetes, men även för starr o makuladegeneration	10 artiklar
Öron-, näs- och halssjukdom	Artiklarna tar upp olika användningsområden för AI, så som diagnos av yrsel (innerörats balansfunktion), halsfluss, tonsillhypertrofi	4 artiklar

Eftersom cancerområdet visade sig vara så pass dominant har en separat genomgång av samtliga 36 artiklar som identifierades utifrån söktermerna angivna i tabell 5 gjorts i nästa tabell 7 nedan.

Tabell 7: AI-artiklar om stöd för diagnos av cancer (Område 3)

Artikelförfattare och år (Cancerdiagnos)	Användning	Anatomi	Kommentar på artikel
Alabi 2021 AI for prediction of survival with tongue cancer	Prognos	Tunga	AI transparens oklar
Alabi 2021 AI for oral carcinoma	Diagnos	Munhåla	Brist på extern validering kliniskt hinder
Zhang 2022 Construction of nomogram with AI	Prognos	Kolorektal	AI modeller kan vara svåra att tolka
Kawakami 2019 AI for prediction of ovarian cancer	Prognos	Äggstockar	Maskininlärning överträffade regression
Schaffter_2020_AI for mammogram	Diagnos	Bröst	Ingen AI-algoritm var bättre än radiologer
Lapitz 2023 Biomarkers for diagnosis and prognosis of cholangiocarcinoma (CCA)	Diagnos, Prognos	Lever	Tidig och korrekt diagnos av CCA har visat sig mycket svår att göra, även med AI-hjälp
Crombé 2022 Diagnos av sarkom genom AI	Diagnos	Bindvävnad, skelett	Argumenterar bl.a. för värdet av "radiomics" omfattande annotering av data
Koelsche 2021 Sarcoma classification by DNA methylation profiling	Diagnos, Klassificering	Bindvävnad, skelett	Klassificeringsalgoritm baserad på DNA metyleringsprofil av sarkom
Huang 2022 AI for detection of pancreatic cancer	Diagnos	Bukspottkörtel	Översiktsartikel om AI bukspottkörtelcancer
Suarez-Ibbarola 2020 ML för diagnos av cancer i urinvägar	Diagnos	Urinvägar	Brist på extern validering hinder för kliniskt breddinförande
Sultan 2020 AI in oncologic histopathology	Diagnos	Munhåla	"whole slide image" skapade digital patologi
Kuntz 2021 GI Cancer classification and prognosis using AI	Diagnos	Mag-tarm	Nuvarande biomarkörer är begränsade
Sharma 2022 AI for diagnosis of upper GI cancer	Diagnos	Mag-tarm	AI kan reducera missade cancerdiagnoser
Zhang 2021 Artificial intelligence_ opportunities in lung cancer	Diagnos, Screening	Lunga	Annoterade data, integritet utmaningar
Wu 2021 AI för bildanalys och diagnos av lungcancer	Diagnos	Lunga	Brist på stora annoterade dataset utmaning
Huang 2023 AI for lung cancer diagnosis	Diagnos	Lunga	Användning av journaldata för AI flaskhals
Li 2022 AI for lung cancer diagnosis	Diagnos	Lunga	Brist på stora annoterade dataset utmaning
Pei 2022 AI in lung cancer diagnosis, treatment, prognosis	Diagnos	Lunga	Största utmaning - optimering av behandling
Yeo 2023 Assessing ChatGPT to answer questions about cancer	Utvärdering av ChatGPT	Lever	ChatGPT användbar för kommunikation med patienter, men endast som komplement
Zhao 2022 Diagnos, prediktion av endometrial carcinoma	Diag-/prognos	Livmoder	14 gener identifierades som lovande
Akazawa 2020 AI in ovarian cancer diagnosis	Diagnos	Äggstockar	AI fördel prediktion konkret sannolikhetstal
Akazawa 2021 AI in gynecologic cancer	Diagnos	Gynekologisk	AI för cervix-cancer mest studerad form
Mahmood 2021 AI for cancer diagnosis in head and neck	Diagnos	Huvud, hals	Prospektiva multicenterstudier nödvändiga
Tagliafico 2020 AI in breast cancer diagnosis	Diagnos	Bröst	"radiomics" lider av extern validering
Huang 2021 AI for diagnosis, prognosis of gastric cancer	Diagnos	Mage	CNN-modell utvecklades och testades
Das 2021 AI in detecting skin cancer	Diagnos	Hud	AI kompletterar, ersätter inte dermatologer
Dildar 2021 AI for skin cancer detection	Diagnos	Hud	AI för fullkropps fotografi för identifiering
Calderaro 2022 AI for prevention of HCC	Prevention	Lever	Brister i dataset "missing data" för AI
Stanzione 2021 ML approaches in rectal cancer	Diagnos, Behandling	Ändtarm	Brist på valideringsstudier förhindrar klinisk standardanvändning
Shimizu 2020 AI in oncology	Översikt, Diagnos	Översikt	Brist på annoterade dataset, möjlighet att kombinera genom- och bilddata
Waljee 2022 AI for detection of colon cancer	Diagnos	Grovtarm	AI ett stöd för screening i Sub-Sahara Afrika
Swanson 2023 ML for cancer diagnosis, prognosis and treatment	Översikt, Olika algoritmer	Översikt	Kombinering och översättning mellan olika datakällor (text, ljud, bild, genom)
Elemento 2021 AI in cancer diagnosis	Diagnos, Behandling	Översikt	AI-modeller kan brista i klinisk robusthet
Qin 2022 AI diagnosis, treatment and prognosis in lung cancer	Diagnos, Behandling	Lunga	AI-dataset för lungcancer begränsade
Tran 2021 Deep learning in cancer diagnosis	Diagnos, Genomdata	Översikt	Datakvalitet, transparens i modellerna och osäkerhet i utfallet, utmaning i klinisk praxis
Luo 2023 AI för diagnos, klassificering av gliom	Diagnos, Prognos	Hjärna	Brist på extern verifiering av AI-modeller

Efter genomförda sökningar på diagnosmetoder inom de olika sjukdomsområdena och identifieringen av artiklar inom cancerområdet beskrivna i tabell 7 ovan, identifierades vid senare sökningar på terapi ytterligare artiklar som vid närmare analys visade sig ha fokus på diagnostik generellt och cancer specifikt.

Tabell 8: Personanpassade behandlingsstöd i akut och kronisk sjukdom - bibliometri (område 4)

Engelsk sökterm NPO område AND personalized therapy	Antal träffar	AND (artificial intelligence OR machine learning)	Andel
primary care AND personalized therapy	253 797	981	3,9
acute care AND personalized therapy	117 258	449	3,8
children's health AND personalized therapy	320 926	1 014	3,2
cancer AND personalized therapy	1 181 818	5 818	4,9
(endocrine OR diabetes) AND personalized therapy	291 754	895	3,1
cardiovascular AND personalized therapy	508 025	1 389	2,7
(skin OR dermatology OR venereology) AND	246 436	371	1,5
(infectious diseases) AND personalized therapy	268 466	454	1,7
Surgery AND personalized therapy	2 313 053	8 072	3,5
(obstetrics OR gynecology) AND personalized therapy	151 466	587	3,9
Lifestyle AND personalized therapy	58 990	218	3,7
(lung OR allergy) AND personalized therapy	350 210	981	2,8
(gastrointestinal OR bowel) AND personalized therapy	236 557	739	3,1
(nerve OR nervous) AND personalized therapy	280 205	966	3,4
(kidney OR urine OR urology) AND personalized	391 728	2 336	6,0
(perioperative OR intensive OR transplantation) AND	619 598	2 668	4,3
mental AND personalized therapy	210 186	810	3,9
(rehabilitation OR habilitation) AND personalized	411 169	3 311	8,1
rheumatic AND personalized therapy	90 048	203	2,3
(skeletal OR muscle OR joint) AND personalized	372 065	1 703	4,6
(rare diseases) AND personalized therapy	62 315	99	1,6
dental AND personalized therapy	105 527	164	1,6
(elderly OR palliative) AND personalized therapy	3 206 958	10 563	3,3
(ophthalmology OR eye) AND personalized therapy	161 743	410	2,5
(ear OR nose OR throat) AND personalized therapy	108 355	173	1,6
Medeltal	492 746	1 815	3,4

Ett genomgående tema i litteraturen kring AI och terapier är möjligheten att "skräddarsy" eller optimera terapier till individen, baserat på flera olika datakällor, biomarkörer och kunskapen om hur de samverkar kring individens respons på en viss terapi, vilket förväntas möjliggöra ett bättre val och individualisering av terapier som sätts in. Inom det som kallas för precisionsmedicin har fokus varit på individualiserade läkemedelsterapier inom cancerområdet som alltmer överskuggat andra begrepp som personcentrerad eller individanpassad terapi, mycket beroende på endast ett framgångsrikt exempel med "human epidermal growth factor receptor" (HER)-2 status test för respons på läkemedelsterapi vid bröstcancer (9). Men personcentrerad eller precisionshälsa kan ses mer som en övergripande process med olika steg som börjar med insamling av olika typer av patientdata som ofta kallas fenotypning som sedan används för modellbyggande för diagnos, sjukdoms och terapiprognos och där många olika hälsointerventioner utöver ett specifikt läkemedel kan komma ifråga (10). Särskilt utifrån kunskapen att de flesta kroniska sjukdomar beror på en kronisk inflammation kan många andra terapier än läkemedel, som livsstilsändring, ändrad föda, träning, fysioterapi etc. komma i fråga som behandling, men även ändring av den fysiska miljön (11).

Tabell 9: AI-artiklar om Terapistöd inom olika sjukdomsområden enligt NPO - teman (Område 4)

Terapi-/sjukdomsområde	Framträdande teman för AI-användning inom respektive Terapi-/sjukdomsområde	Antal artiklar
Primärvård	Alla artiklar som identifierades med sökning på primärvård och terapi tillordnades andra sjukdomsområden (cancer, nervsystem, hjärta-kärl)	0
Akut vård	ML prediktion av kardiovaskulär insufficiens, ML prediktion av liggsår	2
Barns och ungdomars hälsa	ML för minimering av sedering vid MR, ML för optimerad kirurgi av läpp-, käk-, gomspalt. ML robotstödd gångträning för barn med CP.	3
Cancersjukdomar	ML för beräkning av terapierespons, överlevnad och terapioptimering	15
Endokrina sjukdomar	Precisionsnutrition utifrån tarmflora, timing föda, terapioptimering	6
Hjärt- och kärlsjukdomar	Terapierespons pace, medfödd hjärtsjukdom, optimerad blodtrycksterapi	5
Hud- och könssjukdomar	Prediktion av terapierespons på behandlingar för psoriasis	1
Infektionssjukdomar	Antibiotikaresistens, mikrobiom och optimerad läkemedelsterapi	2
Kirurgi och plastikkirurgi	Prediktion av kirurgiskt utfall, komplikationsrisk infektion, hypoxi etc.	9
Kvinnosjukdomar, förlossning	ML för optimerad: obstetrikprocess, IVF och beslutsstöd	5
Levnadsvanor	AI för individanpassad diet och biologisk åldersprediktion, mikrobiom	3
Lung- och allergisjukdomar	ML fenotyp (genomic, molecular, cellular, clinical) för individuell terapi	1
Mag- och tarmsjukdomar	Optimerad terapi ulcerös kolit, ML för individualiserad optimal diet	2
Medicinsk diagnostik	Precisionshälsa och personanpassad terapi baserad på ML diagnostik	6
Nervsystemets sjukdomar	Terapioptimering smärta, stroke, Parkinson, MS, ryggskada, epilepsi	8
Njur- och urinvägssjukdomar	ML för terapiutfallsprediktion i SLE-nefrit, och njursvikt	4
Perioperativ, intensivvård, transplantation	ML för transplantatoptimering, vätskeoptimering, prediktion av sepsis, andnödssyndrom och andra komplikationer under intensivvård	6
Psykisk hälsa	ML för optimerad terapi, prediktion av utfall (risk), wearable AI för barn	6
Rehab, habilitering	ML understödd ICT för individanpassad rehab vid olika tillstånd (stroke)	5
Reumatiska sjukdomar	ML prediktion av utfall (RA, OA) och individanpassat beslutsstöd, terapi	7
Rörelseorganens sjukdomar	AI stöd för individanpassad träning och utfallsprediktion vid sarkopeni	1
Sällsynta sjukdomar	AI för att hitta o värdera behandlingar (utfall) vid sällsynta sjukdomar	2
Tandvård	AI för tandimplantatplanering, tandrotmorfologi, individanpassad terapi	4
Äldres hälsa och palliativ vård	AI för monitorering av äldres hälsa, robohusdjur, fallprevention	3
Ögonsjukdomar	AI-stöd för korrigerande av närsynthet	1
Öron-, näs- och halssjukdom	AI stöd förbehandling av Vestibulärt Schwannom	1

Mycket av det som tas upp i litteraturen kring personcentrerad, individualiserad eller optimerad terapi bygger på tillgängligheten av olika teknologier som genom- och biobankdatabaser, förståelsen av olika biomarkörer, sjukdomshistoria från elektroniska journaler, men också data från bärbara sensorer för mätning av vitalparametrar, livsstilmönster och hälsostatus (12). Bärbara sensorer gör det möjligt att bättre fånga de faktorer som har störst påverkan på hälsan så som miljöpåverkan, livsstil, matvanor och sociala faktorer i förhållande till genetik och läkemedel som endast utgör en liten andel i det som påverkar hälsan. Tanken med precisionshälsa och personcentrerad vård är att medicinska beslut ska kunna tas inte utifrån evidens baserat på den genomsnittliga patienten, utan utifrån individens unika egenskaper (13).

Analys av artiklar som förekommer i flera än två sökningar relaterat till diagnos eller terapi

Ett flertal artiklar har dykt upp i flera sökningar och är av särskilt intresse att karakterisera, dels för att de täcker in AI-användning inom flera sjukdomsområden, dels för att de har hög synlighet vid sökningar och därför kommer att uppmärksammas inom forskning och läsning av AI-litteratur.

Tabell 10: Flest förekommande artiklar i olika diagnostik och terapiesökningar (område 3 och 4)

Förste författare	Titel (nedkortad i vissa fall)	Sjukdomsområden
Dong J. (2021)	Machine learning model for early prediction of acute kidney injury (AKI) in pediatric critical care	Primärvård, Akutvård x2, Barns hälsa x2, Njur och urinvägar x2, Intensivvård
Saberi-Karimian M. (2021)	Potential value and impact of data mining and machine learning in clinical diagnostics	Barns hälsa x2, Endokrin, Hjärt-kärl, Njur och urinvägar x2, Psykisk hälsa
Hu M. (2021)	A Risk Prediction Model Based on Machine Learning for Cognitive Impairment Among Chinese [...] Elderly People	Psykisk hälsa x2, Rehabx2, Äldres hälsa x2
Schmidt-Erfurth U. (2018)	Artificial intelligence in retina	Endokrin x2, Nervsystemets sjukdom x2, Ögonsjukdom
Ellahham S. (2020)	Artificial Intelligence: The Future for Diabetes Care	Endokrin, Levnadsvanor, Medicinsk diagnostik, Rehab
Kaplan A. (2021)	Artificial Intelligence/Machine Learning in Respiratory Medicine and Potential Role in Asthma and COPD Diagnosis	Primärvård, Endokrin, Hud och könssjukdom, Lung- och allergisjukdom
Koelsche C. (2021)	Sarcoma classification by DNA methylation profiling	Sällsynta sjukdomar x2, Barns hälsa, Hud och könssjukdom
Nomura A. (2021)	Artificial Intelligence in Current Diabetes Management and Prediction	Endokrin, Hjärt-kärl sjukdom, Rehab, Rörelseorganens sjukdomar
Rajan SK. (2023)	Progressive pulmonary fibrosis: an expert group consensus statement	Reumatiska sjukdomar, Sällsynta sjukdomar x2, Lung- och allergisjukdom
Reid JE. (2019)	Artificial intelligence for pediatric ophthalmology	Ögonsjukdom, Barns hälsa x2, Kirurgi
Ting DSJ. (2021)	Artificial intelligence for anterior segment diseases: Emerging applications in ophthalmology	Infektionssjukdom, Intensivvård, Ögonsjukdom, Öron, näsa, halssjukdom
Chae SH. (2020)	Development and Clinical Evaluation of a Web-Based Upper Limb Home Rehabilitation System Using a Smartwatch and Machine	Rehab x2, Rörelseorganens sjukdomar, Äldres hälsa
Liu Y. (2020)	Gut Microbiome Fermentation Determines the Efficacy of Exercise for Diabetes Prevention	Rörelseorganens sjukdomar, Endokrin, Mag- och tarmsjukdom, Intensivvård
Maddali MV. (2022)	Validation and Utility of ARDS Subphenotypes Identified by Machine Learning Models Using Clinical Data: An Observational	Akutvård, Hjärt-kärl sjukdom, Lung- och allergisjukdom, Intensivvård
Hashimoto DA. (2020)	Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations	Kirurgi, Medicinsk diagnostik, Intensivvård
Howard FM. (2020)	Machine Learn.–Guided Adjuvant Treatment of HeadNeckCancer	Primärvård, Cancer, Kirurgi
Huqh MZU. (2022)	Clinical Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Children with Cleft Lip and Palate—A Systematic Review	Kirurgi, Barns hälsa x2
Jones OT. (2022)	Artificial intelligence and machine learning algorithms for early detection of skin cancer in [...] primary care settings:	Primärvård, Cancer, Hud och könssjukdom
Loupy A. (2020)	The Banff 2019 Kidney Meeting Report (I): Updates on and clarification of criteria for T cell– and antibody-mediated rejection	Njur- och urinvägssjukdom, Intensivvård, Akutvård
Machoy ME. (2019)	The ways of using machine learning in dentistry	Kirurgi, Tandvård, Barns hälsa
Peiffer-Smadja N. (2020)	Machine learning for clinical decision support in infectious diseases: a narrative review of current applications	Infektionssjukdom, Intensivvård, Primärvård
Reel PS. (2022)	Machine learning for classification of hypertension subtypes using multi-omics: A multi-centre, retrospective, data-driven study	Njur- och urinvägssjukdom, Sällsynta sjukdomar, Tandvård
Stark GF. (2019)	Predicting breast cancer risk using personal health data & ML	Cancer, Lung- och allergi, Äldres hälsa
Subramanian M. (2020)	Precision medicine in the era of artificial intelligence: implications in chronic disease management	Levnadsvanor x2, Lung- och allergisjukdom
Wijnberge M. (2020)	Effect of a Machine Learning–Derived Early Warning System for Intraoperative Hypotension vs Standard Care on Depth and	Intensivvård, Kirurgi x2
Zeevi D. (2015)	Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses	Mag-tarm, Psykisk hälsa, Endokrin
Zhang Z. (2019)	Machine learning for the prediction of volume responsiveness in patients with oliguric acute kidney injury in critical care	Njur- och urinväg, Äldres hälsa, Akutvård

De 27 artiklarna som förekommer i fler än två sökningar med söktermer från olika sjukdomsområden täcker in samtliga sjukdomsområden med undantag för kvinnosjukdomar och förlossning. Av dessa 27 artiklar är nästan hälften (13) översiktsartiklar. Vi kan grovt dela in de olika sjukdomsområdena till medicin (11); kirurgi/operation/intensivvård (6); Sinnesorgan och rehab (6); samt cancer (4).

En av de mest förekommande artiklarna i sökningarna på AI och sjukdomsområden är Dong 2021 som beskriver hur de utvecklade en multivariat prediktionsmodell som tränats på åldersberoende ensemble maskininlärningsmodell för användning inom intensivvård (14). Med hjälp av denna modell kan risken för akut njursvikt identifieras 48 till 24 timmar i förväg och med hjälp av insatser undvikas. En annan artikel inom samma kliniska område är Zhang 2019 som beskriver hur de utvecklade två modeller för prediktion av respons på vätsketillförsel vid akut njursvikt (15). Den ena modellen utnyttjade logistisk regression och den andra en variant på maskininläring (extrem gradient boosting - XGBoost). Studien baserades på 6 682 patienter och visade att 37 % var volymresponsiva och därmed var möjliga att tillföra mer vätska för att undvika hypovolemi. En tredje artikel som ingick bland de 27 artiklarna som dök upp i flera sökningar var Wijnberge 2020 som beskrev en randomiserad studie där en prediktionsmodell baserad på maskininläring för hypovolemi under pågående operation användes på 34 patient i den ena studie-armen och vanlig monitorering i den andra gruppen som också bestod av 34 patienter (16). Tiden som patienter befann sig i hypovolemi var både kliniskt relevant och statistiskt signifikant. En artikel inom transplantationsmedicin var en mötesrapport som behandlade användningen av maskininläring för att prognosticera utfall av njurtransplantation och betonade värdet av AI-stödd analys av vävnadsprover (histopatologi) (17).

En översiktsartikel (Hashimoto 2020) inom anestesi gick igenom olika användningsområden för AI och identifierade olika forskningsstudier där maskininlärningsmodeller använts inom sex olika teman (18): (1) monitorering av anestesidjup (42 olika paper), (2) anestesiapparater och övervakningssystem (33 olika paper), (3) händelse- och riskförutsägelse (53 paper), (4) ultraljudsvägledning (vid ryggbedövning – 11 paper), (5) smärthantering (9 paper), och (6) operationsrumslogistik (3 paper). Ett antal av de 27 artiklarna berör lungsjukdomar och akut andnöd. Maddali 2022 beskriver hur maskininlärningsmodeller använts för klassificering av olika grupper av patienter med risk för akut andnöd, baserat på vitalparametrar, patientjournal och laboratedata (19). Grupper som identifierades med klassificeringsmodellen var "hypoinflammatorisk", "hyperinflammatorisk" och ur olika grupper reagerade på PEEP-ventilering. Kaplan 2021 är en översiktsartikel som beskriver användningen av AI i olika lungsjukdomar, med fokus på diagnos av astma och KOL som kan uppvisa överlappande symtom och kräver olika sorts behandling (20). Bland de 27 artiklarna fanns även en artikel (Rajan 2023) som behandlar lungfibros, men som inte tar upp något om AI eller maskininläring.

Ett område där AI förekommer, men inte i högre grad än för andra sjukdomsområden är diabetes. En översiktsartikel av Ellahham (2020) visar på AI och dess användning för automatiserad näthinne/ögonbottenscreening, kliniskt beslutsstöd för optimerad insulinbehandling, prediktiv befolkningsriskstratifiering utifrån individers livsstil, och teknik för egenmonitorering där analys av bilder på mat nämns som en applikation för beräkning av blodglukospåverkan (21). En annan översiktsartikel inom diabetes och AI är Nomura (2021) som också refererar till de fyra användningsområdena som Ellahham (2020) tog upp, men går lite mer i detalj för t.ex. kliniska beslutsstödsystem där användningen av kontinuerlig blodglukosmätning (CGM) kombineras med AI för prediktion av hypoglykemi och styrning av insulinpump, samt även hur AI-prediktion av risk för diabetes typ 2 används (22). Två andra artiklar tar upp kopplingen mellan tarmfloran och blodglukosrespons på födointag med referens till studier där exakt samma mat getts till personer och helt olika blodglukosrespons uppmätts och kunnat förklaras genom en analys av tarmfloran (23) vilken även förklarar hur väl diabetespatienter svarar på fysisk träning (24).

Ett underrepresenterat område bland de 27 mest förekommande artiklarna är kardiologi, med undantag för en studie av förklaringsfaktorer av endokrin hypertoni som baserat på blodplasma- och urinanalys analyserar PmiRNA, PMetas, PSteroids, USteroids, och PSmallMB som användes som parametrar i en maskininlärningsmodell för att prediktera och klassificera olika subtyper av endokrin hypertoni (25).

Ansatsen att kunna kombinera ett stort antal olika datakällor i maskininlärningsmodeller diskuteras i en översiktsartikel som ett sätt att potentiellt bättre hantera olika kroniska sjukdomar som hävdas bero på en störd metabolism som i sin tur initierar en inflammatorisk respons som orsakar de flesta kroniska sjukdomar (26). I artikeln av Subramanian (2020) föreslås att utifrån en analys av olika faktorer och datakällor kunna ange en individanpassad, precisionsmedicinskt baserad förändring i livsstil och därmed minska sjukdomsburden i samhället. En central faktor är att förändra dieten från en typisk västerländsk, processerad diet med högt kaloriinnehåll som bidrar till att bryta ned tarmbarriären och därmed undergräva immunförsvarets funktion. En annan artikel som behandlar användningen av "data mining" och maskininläring i klinisk diagnostik inom nästan samtliga sjukdomsområden av de svenska nationella programområdena är en artikel av Saberi-Karimian (2021) som visar på hur dessa tekniker kan användas för att utvärdera biomarkörer, bättre identifiera risk för och tidigare diagnosticera sjukdom, samt förstå respons på olika typer av terapier (27). En översiktsartikel om användningen av maskininläring för beslutsstöd vid infektionssjukdomar analyserade 60 artiklar (28). Av dessa artiklar fokuserade 37 (62 %) på bakteriella infektioner, 10 (17 %) på virusinfektioner, nio på tuberkulos och fyra på flera typer av infektioner. En reflektion som författarna av översiktsartikeln gjorde var att AI kräver stora mängder data av mycket god kvalitet, vilket är svårt att få ihop i viss typ av vård som i primärvården och i utvecklingsländer. Användningen av AI-stöd tenderar därför att bidra till en ytterligare förskjutning mot högspecialiserad vård på bekostnad av vård i de andra miljöerna. Författarna betonade betydelsen av att anpassa beslutstöden till de kliniska processer som vården har och att möjliggöra för medicinsk personal att förstå hur beslutstöden kommer till sina rekommendationer för att kunna ta personligt ansvar för beslut baserade på AI.

Inom området äldres hälsa fanns en artikel med bland de 27 mest förekommande artiklarna som byggde på en prospektiv kohortstudie av 6 718 personer och där deltagarnas kognitiva förmåga mättes och utifrån dessa data byggdes olika prediktionsmodeller med maskininläring för att identifiera risk för demens (29). Det sjukdomsområde som förekom oftast både i diagnos- och terapirelaterade sökningar tillsammans med AI och maskininläring var rehabilitering. Även bland de 27 artiklarna förekom en artikel om rehab i hemmet efter stroke med hjälp av en app för kommersiell smartklocka och mobiltelefon (30). Appen utvecklades med ett så kallat konvolutionellt neuralt nätverk, som oftast används vid bildigenkänning, för att identifiera fyra typer av träning i hemmet. I studien jämfördes traditionell rehab med rehab i hemmet med hjälp av smartklockan och patienterna utvärderades senare med olika test för motorisk förmåga, rörlighet, greppstyrka, depression med resultat att gruppen som använde utrustningen i hemmet visade signifikant bättre resultat. Inom olika typer av kirurgi förekommer användning av AI-modeller för att planera det kirurgiska ingreppet. En översiktsartikel visar på hur AI-stöd kan användas vid gom-, läpp- och spalt-korrigerande kirurgi (31). Ett närliggande område är AI-modeller som stöd för dentalkirurgi som också beskrivs i en översiktsartikel (32). Tre av de 27 artiklarna berör ögonsjukdomar och hur AI-modeller kan användas för att diagnosticera olika synproblem (33-35). Särskilt en översiktsartikel tar upp hur nya typer av AI-understödda ögonanalyser kan adressera ögonsjukdomar i främre segmentet av ögat till skillnad från de sjukdomar som är lokaliserade i bakre segmentet (diabetisk retinopati, maculadegeneration och glaukom) (36). Slutligen förekom fyra artiklar som berör AI för diagnos och behandling av olika cancersjukdomar (37-40). En artikel visar på användningen av AI för att bedöma om tilläggsbehandling med strålning är befogat eller inte (Howard 2020). Översiktsartikeln av Jones (2022) behandlar AI-stöd för diagnos av hudcancer inom primärvården och om en bredare användning av AI-stöd för hudcancerdiagnos skulle kunna förespråkas, baserat på ett implementeringsramverk för införande av nya diagnostiska test inom sjukvården som kallas för CanTest (41). Artikeln drar slutsatsen att de AI-stöd som hittills publicerats ännu är för lite utvärderat för breddinförande och diskuterar förutsättningar för införande av AI-modeller mer generellt, där deras resonemang och den checklista som föreslås för implementering och utvärdering av nya AI-tekniker i vården har ett bredare användningsområde. Studien av Stark (2019) jämförde olika maskininlärningsmodeller för prediktion av bröstcancer och visade att maskininlärningsmodellerna generellt hade högre prediktion än frågeverktyget Breast Cancer Risk Assessment Calculator.

Medicinsk patientkontakt från akut till monitorering av kroniska sjukdomstillstånd (område 5)
Tabell 11: AI-artiklar om telemedicintillämpningar

Försteförfattare och år	Tillämpning / Frågeställning/Tema	Implikation / Kommentar
Bellini 2021	AI och telemedicin i perioperativ vård	Telemedicin som integrerad teknik i ett större operationsflöde
Fagherazzi 2019	AI-teknologiers skapande av kontinuerliga datamängder över individers hälsotillstånd	Digitaliseringens effekter för arbete med diabetes för prevention, uppföljning och forskning
Duncker 2021	SmartWearables för monitorering av olika hjärtproblem förutom förmaksflimmer	Bärbar AI-stödd teknik som används för att monitorera olika hjärttillstånd utöver förmaksflimmer kan utmana sjukvården
Albert 2022	AI-stödd egenmonitorering av olika tillstånd och patientaktiviteter tillgänglig	Egenmonitoreringsteknologier öppnar möjligheter för patienter att mer aktivt hantera sin hälsa och förändrar vården
Fatoum 2021	Blockchain Integration of health data	Patientjournal, patient-centrerad interoperabilitet, distansmonitorering, kliniska prövningar lämpliga för blockkedjeteknik
Malche 2022	AI-Based Patient Activity Tracking System	Kombinationen av olika bärbara sensorer kan styras via AI-modeller i en mobil applikation
Erickson 2023	Postoperativ rehab med egenmonitorering	Telerehab med AI-stöd kan ge feedback om rörelser görs korrekt via dator eller mobil app vilket frigör personalresurser
Shah 2017	Identifiering, prediktion av exacerbationer via egenmonitorering pulsoximeter vid KOL	Kombination av SpO ₂ , andningsfrekvens och puls kan via en logistisk regressionsmodell förutsäga exacerbationer vid KOL
Alsareii 2022	Postoperativ rehab med egenmonitorering	Studien var primärt tekniskt inriktad på dataöverföringsfrågor
Bhatt 2022	Översiktsartikel AI-understödd mobil hälsa	37 artiklar identifierades inom 3 områden: psykisk och fysisk hälsa, samt hälsofrämjande och wellness
Stampfler 2022	Översiktsartikel om Falldetektion med accelerometersensor i mobiltelefon	Olika tröskelvärdeslösningar användes i 6 fall och maskininlärningsmodeller i 9 fall med varierande sensitivitet från 60,4 till 99,3 och specificitet från 74.6 till 100.0%.
Castelyn 2021	Översiktsartikel om algoritmers prediktiva prestanda för egenmonitorering av kronisk sjukdom	89 artiklar analyserades varav få kliniska studier utvärderade hälsoeffekter, majoriteten utvärderade prediktion av en händelse, inte hälsokonsekvensen av prediktionen.
Van Biesen 2021	Övervakning av läkemedelsintag via "digitalt piller"	Digitalt piller utgör en begränsning av patientens autonomi, sekundär användning av patientdata med konsekvenser för läkarens legala ansvar, artificiell prishöjning och är inte idealt sätt att hantera följsamhetsproblematiken socialt, legalt, etiskt
Park 2021	Digitala biomarkörer av fysisk skörhet från sensordata av aktivitet och maskininläring	Kombinationen av procent av tid stående, promenader, längsta promenadsträcka kunde användas för prediktion av fysisk skörhet hos äldre individer i studien
Kuziemy 2019	Översiktsartikel om AI:s roll inom telehälsodomänen	Artikeln identifierade olika tillämpningar för AI: tele-bedömning, -diagnos, -kommunikation och monitorering av patienter
Pham 2022	AI och chatbotar inom psykiatri	Artikeln tar upp införandet av AI-stödda chatbotar och avatarterapi inom psykiatri och pekar på legala problem
Milne-Ives 2020	Översiktsartikel om effektiviteten av konversationsagenter i vården	De flesta av de 31 studierna hade låg kvalitet och en analys av litteraturen väcker behovet att diskutera etiska aspekter
Lim 2022	Översiktsartikel om effektiviteten av chatbotar för behandling av depression	Författarna (alla från Singapore) drog slutsatsen att chatbotar kan användas för behandling av depression
Giunti 2021	Artikeln beskriver design av chatbotar med förmåga att identifiera depression	Fyra aspekter identifierades som viktiga: etiska aspekter, personlighet (kön), konversationsflöde, förutsägbarhet
Alhaidry 2023	ChatGPT i tandvården	ChatGPT kan användas för utbildning av patienter, och information av basal karaktär, men medför också risker
Lee 2021	AI-stödd rekommendation av medicinsk specialitet på mobiltelefon	Användningen av AI chattbot för rekommendation av specialitet som kan hjälpa vid specifika hälsoproblem fungerade
Tudor 2020	Översiktsartikel om konversationsagenter i vården	Författarna (alla från Singapore) drog slutsatsen att chatbotar behöver utvärderas på acceptans, säkerhet och effektivitet
Rathnayaka 2022	En chattbot för användning inom psykiatri med beteendeaktiveringsterapi	Författarna utgår ifrån de behov som finns i samhället gällande psykisk ohälsa och ser möjligheter för chatbot användning
BinSawad 2022	Översiktsartikel om konversationsagenter för kronisk sjukdom	26 studier analyserades med resultatet att acceptansen hos användare för chatbotar var lovande

Artiklarna som beskriver AI-användning vid telemedicin och egenmonitorering utgör med några undantag medicintekniska produkter som därmed behöver uppfylla kraven i medicinteknikförordningen (MDR 2017). Ett tema i flera av artiklarna om egenmonitorering (remote patient monitoring) är möjligheten som patienten får att bättre förstå sitt hälsotillstånd och kunna påverka det. Några artiklar tog upp användningen av chatbottar för direkt terapeutisk användning inom psykiatri där författarna uttryckte en positiv syn. Dessa studier var gjorda i Singapore och Australien, men inte i några andra länder, vilket kan tyda på olika kulturella skillnader i hur man ser på AI:s roll inom psykiatri. Flera författare av studier nämner betydelsen av att reflektera över och klargöra etiska aspekter på användningen av teknik och AI.

Stöd för och effektivisering av administrativa uppgifter (Område 6)

Tabell 12: AI-artiklar om hur generativ AI (Språkmodeller) kan stödja administrativa uppgifter i vården

Försteförfattare och år	Tillämpning/ Frågeställning / Tema	Implikation / Kommentar
Sallam 2023	ChatGPTs användning i utbildning, forskning och praktik	ChatGPT bidrar till bättre skrivande, litteratursökning, dokumentation i vården, och vårdutbildning
Vaishya 2023	ChatGPTs lämplighet för hälso- och sjukvård	Nuvarande ChatGPT kan användas för vissa uppgifter som en narrativ chatbot, men påståenden behöver faktakontrolleras
Cheng 2023	ChatGPT nu och i framtidens psykiatri	ChatGPT duger i dagsläget som stöd med administrativa rutin-uppgifter, men det krävs etiska riktlinjer för dess användning
Grewal 2023	ChatGPTs användning inom radiologi	ChatGPT kan användas för strukturerade rapporter, patient-kommunikation och utbildning, men kan ibland innehålla fel
Tustumi 2023	Användningen av stora språkmodeller i hälso- och sjukvården	Språkmodeller kan potentiellt förändra hur medicin praktiseras - är ett stöd men får aldrig ersätta sjukvårdspersonal
Holtz 2023	AI i hälso- och sjukvården – betydelsen av patientcentrerad kommunikation	Rätt använt kan språkmodeller frigöra tid för mer patientsamtal som ger viktiga insikter i patientens livsstil
Wang 2021	En digital sekreterare för automatisk dokumentation av patientsamtal	Prototypen testades och var 2-3 gånger snabbare för dokumentation av anamnes och fysisk patientundersökning
Nashwan 2023	Användning av stora språkmodeller för optimering av e-journalanvändningen	Språkmodeller för dokumentation av patientmöten i journalen är önskvärdt, men integritet och datasäkerhet behöver belysas
Seibert 2021	En litteraturoversikt över användning av AI i sjuksköterskevård	Främsta användningsområden: signalbehandling, bildanalys, dokumentation av kommunikation och falldetektion. Studier
Mazzanti 2018	Översiktsartikel med frågeställningen: Är digital hälsa och AI en hype eller hopp?	Den viktigaste användningen av AI i artikeln var förmågan att kunna analysera stora datamängder och dra slutsatser
Aldosaro 2023	Översiktsartikel om taligenkänning i hälso- och sjukvården	Översikten visade att taligenkänning har mycket stor potential att öka produktiviteten i vården
Avendano 2022	Översiktsartikel om olika metoder att dokumentera i patientjournalen	Artikeln visar att varje metod (medicinsk sekreterare, diktering, templat, taligenkänning) har för- och nackdelar
Blackley 2020	Jämförelse av läkares diktering (till taligenkänning) och maskinskrivning	Studien visade något kortare tid för diktering/taligenkänning jämfört med skriva direkt, men skillnaden var inte signifikant
Chun 2023	Artikeln dokumenterar utvecklingsarbetet med ett AI-baserat taligenkänningssystem	Taligenkänningssystemet hade vissa brister som genom vidare utveckling/träning av systemet skulle kunna elimineras
Derevianko 2023	Översiktsartikel AI:s roll vid Läkare–Patient Kommunikation vid Cancerdiagnos	AI:s roll vid kommunikation av cancerdiagnos skadar förtroendet i relationen mellan läkare och patient
Dymek 2021	Evidens för att minska dokumentationsbördan	Översikt över olika metoder för att minska dokumentationsbördan vilket kräver samarbete med journalleverantörerna
Ghatnekar 2021	Översiktsartikel över digitala assistenters roll i klinisk praxis (taligenkänning och utskrift)	Taligenkänning har stor potential, men interoperabilitet med journalsystem, dataintegritet och träningstid utgör hinder
Lo 2022	Användningen av "i-PARISH implementation framework" för taligenkänning	Taligenkänning kräver en genomtänkt implementeringsstrategi som i-PARISH erbjuder
Lorenzini 2021	AI-beslutsstöd påverkan på läkar-patient relationen	Införandet av AI medför risk för paternalism, kräver en utvidgning av relationen till en triad av AI-läkare-patient
Song 2022	Sjuksköterskors dokumentering i patient-journal vid hembesök	Endast 50% av nämnda patientproblem och 21% av genomförda interventioner dokumenterades
Walsh 2021	Översiktsartikel om kommunikation av prediktionsmodellers resultat till patient	Kommunikation av riskprediktioner behöver kunna diskuteras, sättas i en kontext, och förståelse för vad som driver risk

Artiklarna i tabell 12 tar upp stora språkmodeller som ChatGPT och deras roll i olika användningsområden och bidrag med att öka effektiviteten i hälso- och sjukvården. Genomgående bedöms dessa modeller ha en stor potentiellt produktivitetökande effekt, men ännu inte vara helt oproblematiska då de i många fall framför felaktigheter som kräver aktiv korrektur. Utvecklingen med taligenkänning för dokumentation av läkar-patientsamtal är ett särskilt intressant område där effektivisering kan ske. Gränsdragningen mellan användningen av stora språkmodeller för administrativ effektivisering som utgör område 6 och användningen för att utbilda patienter och personal (område 7) är flytande. Endast några få studier som tar upp språkmodellernas roll i utbildning av patienter och personal tas upp i följande tabell 13.

Utbildning, patientkommunikation, forskning och utveckling (Område 7)

Tabell 13: Hur AI kan stödja utbildning, kommunikation och forskning

Försteförfattare och år	Tillämpning/ Frågeställning / Tema	Implikation / Kommentar
Eysenbach 2023	Artikeln är ett "call" för forskningsartiklar om ChatGPTs roll i medicinsk utbildning	Artikeln utgör en konversation med ChatGPT om dess betydelse för medicinsk utbildning där många fördelar nämns
Warnat Herresthal 2021	Svärmlärande som metod för decentraliserat distribuerad maskininläring (också kallat federerat lärande)	Svärmlärande (federerat lärande) framhålls som ett sätt att undvika integritetsproblem men identifiera patienter med lungsjukdom, tuberkulos, covid-19 och prediktera leukemi
Dave 2023	ChatGPTs roll i medicin	ChatGPT kan primärt användas i forskning, diagnos och monitorering av patienter samt medicinsk utbildning
Panch 2019	Opassande sanningar om AI i hälso- och sjukvård	AI-applikationerna är inte anpassade för nuvarande klinisk användning och ägandet av hälsodata behöver klargöras
Wiljer 2019	Utveckling av en AI-anpassad hälso- och sjukvård	För att AI ska kunna bidra bättre till vården, behöver vårdpersonalen utbildas i AI, datahantering, statistik etc.

Artiklarna i tabell 13 utgör endast ett litet urval av de artiklar som identifierats för användning av AI inom utbildning av patienter och personal samt användning i forskning. Då detta sjunde sökområde inte är av högsta betydelse för litteraturoversikten inskränks därför antalet artiklar som refereras.

Diskussion och sammanfattning av identifierade teman

Något som genomgående framkom vid analyserande av identifierade artiklar inom diagnos och prediktion av behandlingar var att olika maskininlärningsmodeller ofta visade sig ha högre noggrannhet i prediktionen av sjukdom, diagnos, behandlingseffekter etc. än traditionella statistiska regressionsmodeller, eller riskkalkyleringsverktyg som ofta har ett mer begränsat variabelomfång. Även om detta ofta framkommer vid en analys av de modeller som beskrivs i artiklarna, så finns undantag och "vanlig" logistisk eller linjär regressionsanalys har fördelen framför djupinlärningsmodeller att förklaringsfaktorerna är tydliga.

Ett annat viktigt resultat av litteraturoversikten är framväxten av generativ AI och stora språkmodeller som kan användas för taligenkänning och strukturerade journalanteckningar som kan underlätta dokumentationsbördan som ofta framhålls som ohållbar. Flera studier framhåller hur detta förhoppningsvis kan leda till mer tid för kommunikationen mellan legitimerad personal och patient.

Hittills har den kliniska användningen varit relaterad till diagnos, och ofta av medicinska bilder inom patologi och radiologi, men AI öppnar också möjligheter för mer individanpassade terapier, något som brukar benämnas precisionshälsa och i en mer begränsad mening precisionsmedicin som är tydligare begränsad till användningen av olika biomarkörer, och diagnostiska test i kombination med läkemedelsbehandling. Intressant nog tar flera artiklar upp betydelsen av att förstå personers livsstil och hur det också påverkar hormoner, tarmflora etc. vilket innebär att lösningen inte alltid är ett läkemedel utan ofta ändringar i den fysiska och sociala miljön samt ändringar i diet, träning och sömn (26, 42).

Nuvarande behandlingsriktlinjer är baserade på evidens om genomsnittliga patienter i kliniska studier där deltagarna ofta skiljer sig märkbart från verkliga patienter i ålder och samsjuklighet. Om AI-stöd kan utvecklas för att ta hänsyn till den specifika individens förutsättningar kan mer individanpassad och personcentrerad vård erbjudas och evidensbaserad vård i form av algoritmiskt regelföljande behandling blir mindre betydande.

Litteraturoversikten visar på en omfattande litteratur av kliniska studier där olika typer av AI-modeller används, vilket kan förefalla stå i kontrast med den nuvarande kliniska praktiken. Detta skulle kunna innebära att vi inom de närmsta 5–10 åren kommer att se en snabb tillväxt av olika AI-baserade lösningar som kommer att vara kommersiellt tillgängliga, men inte alltid kliniskt tillämpbara av olika skäl, t.ex. att regulatoriska krav inte uppfylls, eller att förmågan att effektivt implementera tekniken inte finns i vården. Detta innebär att kunskapen om AI bör behöva ökas i vården och i samhället mer generellt. I denna kunskap behöver inte bara de regulatoriska kraven bli mer kända utan vad AI innebär mer generellt och hur statistiska modeller och AI kan användas för olika frågeställningar mer generellt (43).

Då det i Europeiska länder, till skillnad ifrån t.ex. USA, inte förekommer någon formell godkännandeprocess av medicintekniska produkter utan ansvaret ligger hos tillverkarna att se till att deras produkt utifrån deras angivna användning uppfyller kraven i medicinteknikförordningen är det av vikt att kraven på medicintekniska produkter är kända både hos tillverkare och användare i vård och för egenvård. Ett bra initiativ är därför Läkemedelsverkets senaste rapport, Vägledning rörande användning av artificiell intelligens i svensk sjukvård (44).

Ett flertal artiklar berör delvis problematiken med att implementera nya AI-baserade modeller i olika produkter och metoder för användning i vården och betydelsen av att ta hjälp av ett genomtänkt implementeringsramverk vid införandeprocessen (41, 45, 46).

Litteratur:

1. Socialstyrelsen. Digitala vårdtjänster och artificiell intelligens i hälso- och sjukvården. Stockholm: Socialstyrelsen; 2019 Oktober 2019. 90 p.
2. <https://chat.openai.com/>. In what ways are artificial intelligence algorithms different from traditional methods of analysis? : <https://chat.openai.com/>; 2023 [Available from: <https://chat.openai.com/>].
3. what makes an algorithm artificially intelligent? [Internet]. <https://chat.openai.com/>. 2023 [cited 20230807]. Available from: <https://chat.openai.com/>.
4. Wikipedia. Ensemble, random forest, machine learning 2023 [Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning].
5. EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2017/745 om medicintekniska produkter: Europeiska Unionen; 2017.
6. Union E. BRIEFING: EU Legislation in Progress - Artificial intelligence act [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI\(2021\)698792_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf): European Union; 2023 [20230808]. Available from: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI\(2021\)698792_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/698792/EPRS_BRI(2021)698792_EN.pdf).
7. Abbasgholizadeh Rahimi S, Légaré F, Sharma G, Archambault P, Zomahoun HTV, Chandavong S, et al. Application of Artificial Intelligence in Community-Based Primary Health Care: Systematic Scoping Review and Critical Appraisal. J Med Internet Res. 2021;23(9):e29839.
8. Liang H, Tsui BY, Ni H, Valentim CCS, Baxter SL, Liu G, et al. Evaluation and accurate diagnoses of pediatric diseases using artificial intelligence. Nat Med. 2019;25(3):433-8.
9. Hingorani AD, Windt DA, Riley RD, Abrams K, Moons KG, Steyerberg EW, et al. Prognosis research strategy (PROGRESS) 4: stratified medicine research. Bmj. 2013;346:e5793.
10. Inke RK, Oliver F, Gesine H, Erika von M, Matthias VK. What is precision medicine? European Respiratory Journal. 2017;50(4):1700391.
11. Furman D, Campisi J, Verdin E, Carrera-Bastos P, Targ S, Franceschi C, et al. Chronic inflammation in the etiology of disease across the life span. Nat Med. 2019;25(12):1822-32.

12. Ho D, Quake SR, McCabe ERB, Chng WJ, Chow EK, Ding X, et al. Enabling Technologies for Personalized and Precision Medicine. *Trends Biotechnol.* 2020;38(5):497-518.
13. Johnson KB, Wei WQ, Weeraratne D, Frisse ME, Misulis K, Rhee K, et al. Precision Medicine, AI, and the Future of Personalized Health Care. *Clin Transl Sci.* 2021;14(1):86-93.
14. Dong J, Feng T, Thapa-Chhetry B, Cho BG, Shum T, Inwald DP, et al. Machine learning model for early prediction of acute kidney injury (AKI) in pediatric critical care. *Crit Care.* 2021;25(1):288.
15. Zhang Z, Ho KM, Hong Y. Machine learning for the prediction of volume responsiveness in patients with oliguric acute kidney injury in critical care. *Crit Care.* 2019;23(1):112.
16. Wijnberge M, Geerts BF, Hol L, Lemmers N, Mulder MP, Berge P, et al. Effect of a Machine Learning-Derived Early Warning System for Intraoperative Hypotension vs Standard Care on Depth and Duration of Intraoperative Hypotension During Elective Noncardiac Surgery: The HYPE Randomized Clinical Trial. *Jama.* 2020;323(11):1052-60.
17. Loupy A, Haas M, Roufousse C, Naesens M, Adam B, Afrouzian M, et al. The Banff 2019 Kidney Meeting Report (I): Updates on and clarification of criteria for T cell- and antibody-mediated rejection. *Am J Transplant.* 2020;20(9):2318-31.
18. Hashimoto DA, Witkowski E, Gao L, Meireles O, Rosman G. Artificial Intelligence in Anesthesiology: Current Techniques, Clinical Applications, and Limitations. *Anesthesiology.* 2020;132(2):379-94.
19. Maddali MV, Churpek M, Pham T, Rezoagli E, Zhuo H, Zhao W, et al. Validation and utility of ARDS subphenotypes identified by machine-learning models using clinical data: an observational, multicohort, retrospective analysis. *Lancet Respir Med.* 2022;10(4):367-77.
20. Kaplan A, Cao H, FitzGerald JM, Iannotti N, Yang E, Kocks JWH, et al. Artificial Intelligence/Machine Learning in Respiratory Medicine and Potential Role in Asthma and COPD Diagnosis. *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2021;9(6):2255-61.
21. Ellahham S. Artificial Intelligence: The Future for Diabetes Care. *Am J Med.* 2020;133(8):895-900.
22. Nomura A, Noguchi M, Kometani M, Furukawa K, Yoneda T. Artificial Intelligence in Current Diabetes Management and Prediction. *Curr Diab Rep.* 2021;21(12):61.
23. Zeevi D, Korem T, Zmora N, Israeli D, Rothschild D, Weinberger A, et al. Personalized Nutrition by Prediction of Glycemic Responses. *Cell.* 2015;163(5):1079-94.
24. Liu Y, Wang Y, Ni Y, Cheung CKY, Lam KSL, Wang Y, et al. Gut Microbiome Fermentation Determines the Efficacy of Exercise for Diabetes Prevention. *Cell Metab.* 2020;31(1):77-91.e5.
25. Reel PS, Reel S, van Kralingen JC, Langton K, Lang K, Erlic Z, et al. Machine learning for classification of hypertension subtypes using multi-omics: A multi-centre, retrospective, data-driven study. *EBioMedicine.* 2022;84:104276.
26. Subramanian M, Wojtusciszyn A, Favre L, Boughorbel S, Shan J, Letaief KB, et al. Precision medicine in the era of artificial intelligence: implications in chronic disease management. *J Transl Med.* 2020;18(1):472.
27. Saberi-Karimian M, Khorasanchi Z, Ghazizadeh H, Tayefi M, Saffar S, Ferns GA, et al. Potential value and impact of data mining and machine learning in clinical diagnostics. *Crit Rev Clin Lab Sci.* 2021;58(4):275-96.
28. Peiffer-Smadja N, Rawson TM, Ahmad R, Buchard A, Georgiou P, Lescure FX, et al. Machine learning for clinical decision support in infectious diseases: a narrative review of current applications. *Clin Microbiol Infect.* 2020;26(5):584-95.
29. Hu M, Shu X, Yu G, Wu X, Välimäki M, Feng H. A Risk Prediction Model Based on Machine Learning for Cognitive Impairment Among Chinese Community-Dwelling Elderly People With Normal Cognition: Development and Validation Study. *J Med Internet Res.* 2021;23(2):e20298.
30. Chae SH, Kim Y, Lee KS, Park HS. Development and Clinical Evaluation of a Web-Based Upper Limb Home Rehabilitation System Using a Smartwatch and Machine Learning Model for Chronic Stroke Survivors: Prospective Comparative Study. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;8(7):e17216.
31. Huqh MZU, Abdullah JY, Wong LS, Jamayet NB, Alam MK, Rashid QF, et al. Clinical Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Children with Cleft Lip and Palate-A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(17).
32. Machoy ME, Szyszka-Sommerfeld L, Vegh A, Gedrange T, Woźniak K. The ways of using machine learning in dentistry. *Adv Clin Exp Med.* 2020;29(3):375-84.
33. Reid JE, Eaton E. Artificial intelligence for pediatric ophthalmology. *Curr Opin Ophthalmol.* 2019;30(5):337-46.
34. Schmidt-Erfurth U, Sadeghipour A, Gerendas BS, Waldstein SM, Bogunović H. Artificial intelligence in retina. *Prog Retin Eye Res.* 2018;67:1-29.
35. Ting DSJ, Foo VH, Yang LWY, Sia JT, Ang M, Lin H, et al. Artificial intelligence for anterior segment diseases: Emerging applications in ophthalmology. *Br J Ophthalmol.* 2021;105(2):158-68.

-
36. CADTH Rapid Response Reports. Portable Ultrasound Devices in the Pre-Hospital Setting: A Review of Clinical and Cost-Effectiveness and Guidelines. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health Copyright © 2015 Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health.; 2015.
 37. Howard FM, Kochanny S, Koshy M, Spiotto M, Pearson AT. Machine Learning-Guided Adjuvant Treatment of Head and Neck Cancer. *JAMA Netw Open*. 2020;3(11):e2025881.
 38. Jones OT, Matin RN, van der Schaar M, Prathivadi Bhayankaram K, Ranmuthu CKI, Islam MS, et al. Artificial intelligence and machine learning algorithms for early detection of skin cancer in community and primary care settings: a systematic review. *Lancet Digit Health*. 2022;4(6):e466-e76.
 39. Koelsche C, Schrimpf D, Stichel D, Sill M, Sahm F, Reuss DE, et al. Sarcoma classification by DNA methylation profiling. *Nat Commun*. 2021;12(1):498.
 40. Stark GF, Hart GR, Nartowt BJ, Deng J. Predicting breast cancer risk using personal health data and machine learning models. *PLoS One*. 2019;14(12):e0226765.
 41. Walter FM, Thompson MJ, Wellwood I, Abel GA, Hamilton W, Johnson M, et al. Evaluating diagnostic strategies for early detection of cancer: the CanTest framework. *BMC Cancer*. 2019;19(1):586.
 42. Wu H, Tremaroli V, Schmidt C, Lundqvist A, Olsson LM, Krämer M, et al. The Gut Microbiota in Prediabetes and Diabetes: A Population-Based Cross-Sectional Study. *Cell Metab*. 2020;32(3):379-90.e3.
 43. Wiljer D, Hakim Z. Developing an Artificial Intelligence-Enabled Health Care Practice: Rewiring Health Care Professions for Better Care. *J Med Imaging Radiat Sci*. 2019;50(4 Suppl 2):S8-s14.
 44. Läkemedelsverket. Vägledning rörande användning av artificiell intelligens i svensk sjukvård. Uppsala: Läkemedelsverket; 2023 2023-09-12.
 45. Saria S. Not All AI Is Created Equal: Strategies for Safe and Effective Adoption. *Catalyst non-issue content*.3(2).
 46. Lo B, Almilaji K, Jankowicz D, Sequeira L, Strudwick G, Tajirian T. Application of the i-PARIHS framework in the implementation of speech recognition technology as a way of addressing documentation burden within a mental health context. *AMIA Annu Symp Proc*. 2021;2021:803-12.