

”Tämä kerta on erilainen” eli lunastaako generatiivinen tekoäly lupauksensa?

Professori Heikki Ailisto, VTT

25/08/2025 VTT – beyond the obvious

Sisältö

01

“Vanha” ja generatiivinen tekoäly

02

Tekoäly terveydenhuollossa

03

Näkymiä tulevaisuuteen ja Yhteenveto



Heikki Ailisto, TkT, eMBA
tutkimusprofessori,
Teknologian tutkimuskeskus VTT,
Suomen tekoälykeskus FCAI

01**“Vanha” ja generatiivinen tekoäly****02****Tekoäly terveydenhuollossa****03****Näkymiä tulevaisuuteen ja Yhteenveto**

Käytännöllinen määritelmä tekoälylle

Tekoäly on yläkäsite laajalle joukolle varsin erilaisia lähestymistapoja, menetelmiä ja koulukuntia.

Nykyiset valtavirran tekoälytoteutukset ovat (erittäin suuria) ohjelmistoja, jotka voivat muokata sisäisiä parametrejaan ja siten tuottamaansa tulosta ("vastausta") tietyissä rajoissa niille syötetyn opetusdatan perusteella.

Nykyinen tekoäly on ylivoimainen työkalu (signaalien ja asioiden) ennustamiseen ja hahmontunnistukseen.

Generatiivinen tekoäly voidaan myös nähdä ennustustyökaluna.

Tekoälyn koulukunnat ja menetelmät (kaikkia menetelmiä ei luetella, vain keskeiset esimerkit)				
Datapohjaiset menetelmät ~ "Connectionistic" –koulukunta			Symbolinen tekoäly ~Klassinen koulukunta	"Keholliste ttu tekoäly" ~Embodied AI
<u>Ohjattu oppiminen</u>	<u>Ohjaamaton oppiminen</u>	<u>Muut</u>	Semantiikka, ontologiat	Korostaa liikkumisen ja "älyn" yhteyttä
Lineaarinen regressio	PCA, LCA	Geneettiset algoritmit	Edellisiin perustuva logiikka	
Neuroverkot	Neuroverkot		Haku (search)	
Tukivektorkoneet SVM	SOM		Suunnittelu (Planning)	
Logistinen regresessio	Poikkeavuuksien havaitseminen		Päätöspuut, asiantuntijajärjestel mät	
Lineaarinen erotteluanalyysi LDA	GAN-verkot			

Generatiivinen
tekoäly

Heikki Ailisto (toimitt.), Eetu Heikkilä, Heli Helaakoski, Marco Halen, Anssi Neuvonen, Timo Seppälä.
Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus. 2018. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja.

Generatiivinen ja “vanha” tekoäly

2022 - Generatiivinen tekoäly

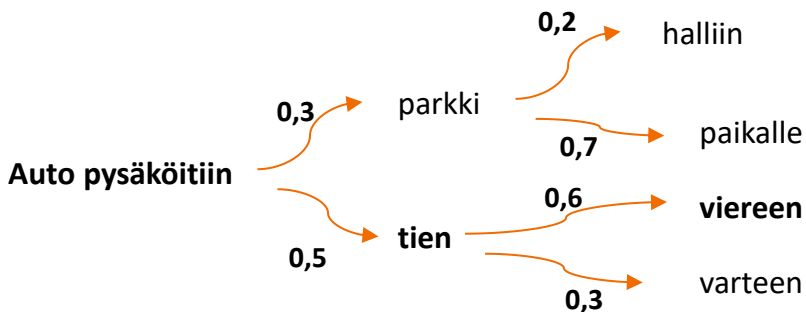
- Menetelmä: syvät neuroverkot (“transformerit”)
- Laskenta & data: erittäin suuri teho ja datamäärä
- Opetusdata usein tekstiä (tai kuvia)
- Käyttö: yleiskäyttöinen, esimerkiksi tekstien tuottaminen, tiivistelmät, kuvien tuottaminen, chat botit
- “Demokraattinen”, kuka tahansa voi käyttää. Osin helppous on näennäistä.

2012 – Syväoppivat neuroverkot

- Menetelmä: syvät neuroverkot
- Laskenta & data: suuri teho ja datamäärä,
- Opetusdata numeerista dataa, kuvia...
- Käyttö: spesifit kohteet, esimerkiksi sähkön tuotannon ohjaus, kasvitunnistus, pörssikauppa, CT-kuvien tulkinta.
- Soveltaminen vaatii kokeneita ohjelmistoinsinöörejä, omaa dataa, käyttöönotto vaativaa.

Suuret kielimallit ja generatiivinen AI

Vaikka kielimallit vaikuttavat älykkäiltä, ne eivät “ymmärrä” mitään sisällöstä. Ne toimivat todennäköisyyksien perusteella.



Some concepts (grossly simplified):

Tokens = characters or words presented as numbers.

Vectors = collection of tokens in vector form.

Self-attention mechanism = captures the relation between words close to each other (in same sentence).

Embedding = coding the word's meaning in the vector space, so that words which have close meanings are close also in vector space.

Prompt engineering = carefully building inputs to get best performance from a LLM for the specific task

Yksinkertaistaen: Tulosten seuraava sana ennustetaan (arvataan) edeltävien sanojen perusteella. Ennustus perustuu valtavaan tekstimassaan, jolla malli on koulutettu.

Mallin päälle on tehty toimintoja, jotka auttavat tuottamaan jäsenneltyä tekstiä. "Anna viisi tärkeintä pointtia..." Malli voidaan **virittää** esimerkiksi "opettamalla" sitä kyseisen alan teksteillä.

Edellisen AI-aallon vaikutuksista

2015 – 17 sanottua:

“In Finland, “the use of will generate 2% p.a. extra growth cumulatively” (Accenture 2016 ¹).”

“While few occupations are fully automatable, 60 percent of all occupations have at least 30 percent technically automatable activities.” McKinsey 2017

Vaikka tekoälyn kehitys ja hyödyntäminen ovat vaikuttaneet monilla talouden ja elämän aloilla, työllisyys- ja talousvaikutukset ovat jääneet odotuksiin nähden hyvin pieniksi.

1. Why Artificial Intelligence is the future of growth, Accenture 2016. Mark Purdy ja Paul Daugherty.

PERSPECTIVE

Predicting the Future — Big Data, Machine Learning, and Clinical Medicine ^f

Authors: Ziad Obermeyer, M.D., and Ezekiel J. Emanuel, M.D., Ph.D. [Author Info & Affiliations](#)

Abstract

The algorithms of **machine learning**, which can sift through vast numbers of variables looking for combinations that reliably predict outcomes, will improve prognosis, **displace much of the work of radiologists and anatomical pathologists**, and improve diagnostic accuracy.

Published September 29, **2016**

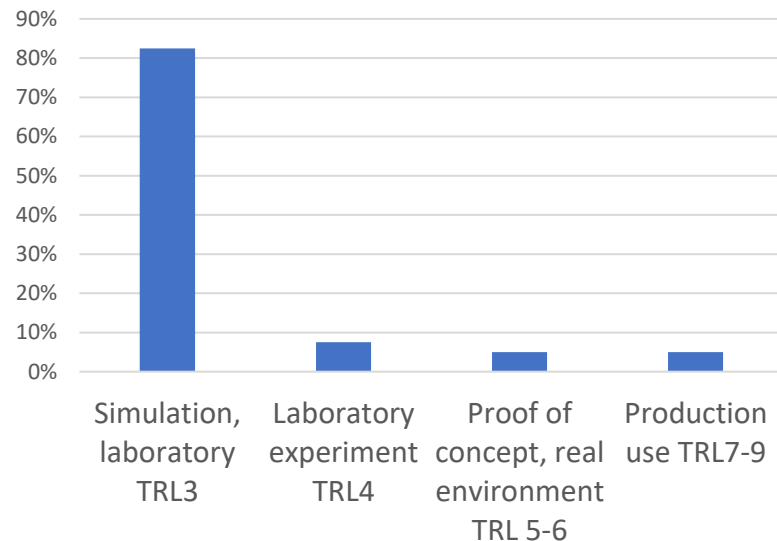
New Engl J Medicine 2016;375:1216-1219



The NEW ENGLAND
JOURNAL of MEDICINE

AI valmistavassa teollisuudessa: paljon tutkimusta ja projekteja, mutta vähän todellista hyödyntämistä

- Review of scientific papers on the topic: *Benefits of Machine Learning in the Manufacturing Industry*, Heikki Ailisto, Heli Helaakoski, Anssi Neuvonen (2023).*
- Search produced 680 papers, of which 246 were actually on the topic.
- Manufacturing of machinery; electronics; chemicals; textiles and food were most often addressed in the papers.
- **The maturity level of the cases describe was rather low, see chart.**



*) Similar result by S. Ruotsalainen et al. 2024: "AI is still at the early stages of deployment and innovation in companies."

Generatiivisen AI:n vaikutuksista sanottua

The economic opportunity

The boost to Finland's GDP from generative AI around ten years from now, if widespread adoption is achieved.

20-25 BILLION EURO ANNUAL IMPACT

In Finland
+8% GDP

Gains come from:



Productivity boost from people working with generative AI.



Freed-up time when generative AI helps to automate our work.



Re-prioritised and re-employed time to other value-creating activities.

Generative AI could raise global GDP by 7%... “sweeping changes to economy...”
Globally
(Goldman Sachs Research 2023)



Mitä näyttöä on jo

- Toistaiseksi on vähän tutkimusnäyttöä kielimalleihin pohjautuvan AI:n vaikutuksista. Tulokset ovat osin ristiriitaisia. Ohjelmistotyö ja kääntäminen etunenässä.
 - ”...demand for substitutable [freelancer] skills, such as writing and translation, decreased by 20–50% relative to the counterfactual trend...” ¹
 - [study with] “4,867 [software] developers, our analysis reveals a 26% increase in completed tasks among developers using the AI tool. Notably, less experienced developers ...” ⁴
 - ”AI chatbots have had no significant impact on earnings or recorded hours in any occupation, with confidence intervals ruling out effects larger than 1%.... Our findings challenge narratives of imminent labor market transformation due to Generative AI.” ²
 - “23 % of employed respondents had used generative AI for work ...work adoption of generative AI has been as fast as the personal computer (PC)” ³
- Myös ekonometrisiin malleihin perustuvat tutkimukset kokonaisvaikutuksista ristiriitaisia.

1. Please cite this article as: Ole Teutlo et al., Journal of Economic Behavior and Organization, <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2024.106845>.

2. Large Language Models, Small Labor Market Effects. Anders Humlum and Emilie Vestergaard.

3. The Rapid Adoption of Generative AI. A. Bick, A Blandin, and D. Deming. NBER Working Paper No. 32966

4. Cuiet al. The Effects of Generative AI on High-Skilled Work: Evidence from Three Field Experiments with Software Developers (June 22, 2025). Available at SSRN

01

“Vanha” ja generatiivinen tekoäly

02

Tekoäly terveydenhuollossa

03

Näkymiä tulevaisuuteen ja Yhteenveto

"Turha työ tekoälyn tehtäväksi"

Helsingin Sanomat keskiviikkona 21.2.2024 A 13

UUTiset

Lääkäri: Aika menee muuhun kuin potilaan kohtaamiseen

Terveyskeskuslääkäri Jarno Käsänen mukaan lääkärin kiire johtuu monimutkaisista potilastietojärjestelmistä.

Pauliina Grönholm HS

LÄÄKÄREIDEN aika menee yhä enemmän kaikkeen muuhun kuin potilaiden kohtaamiseen, kertoo Varsinais-Suomen hyvinvointialueella Loimaan terveyskeskuslääkäri Jarno Käsänen.

HS kertoi aiemmin Belgiassa suvan Ilona Audritin ja tämän idin Heli Suutarin kokemuksista suomalaisesta sairaanhoidosta. Suutari koki, että Suomessa ei ikäriillä ole aikaa potilaalle eikä aikan omaisille.

Käsänen allekirjoittaa Suutari-kokemuksen. Minulla ei ole aikaa potilaan kohtaamiseen, sillä iso osa ajasta

ni kuluu tietokoneen hoitamiseen", Käsänen kertoi Facebookiin kirjoittamassaan kuvauksessa. Samaa hän sanoo nyt myös Helsingin Sanomien puhelinhaastattelussa.

KYMMENEN vuotta sitten terveyskeskuslääkäri ehti kohdata 10–12 potilasta päivässä. Nykyään lääkäri ehtii noin kuusi potilasta päivässä, hän kertoo haastattelussa.

"Vaikka tähän on muitakin syitä, niin tietotekniikka ei ole tätä asiaa helpottanut vaan päinvastoin", Käsänen sanoo.

Kaiken takana ovat monimutkaiset potilastietojärjestelmät, joihin on rakennettu tarpeettoman monimutkaisia valintoja, hän arvioi. Käsänen käyttää termiä rakenteineen.

"Vapaan tekstin sijaan on lukuisia rasteja, liukuventovalikkoja ja useita ruutuja, joihin kuhunkin kirjataan niiden oma osuutensa tiedoista", hän kuvaa.

TIETOJÄRJESTELMIEN piti tuoda helpotusta, jotta tiedot lääkityksestä ja vaikkapa annostuksesta

siirtyisivät järjestelmästä toiseen hoitavalta lääkäriltä toiselle. Tosiasiassa se on tehnyt vain monimutkaisempaa, Käsänen sanoo.

Hän antaa kuvavan esimerkin:

Jos lääkäri määrää potilaalle ajoittaiseen selkäkipuun tulehduskipulääkkeeksi vaikkapa Buranaa, hänen täytyy kirjata annostusohjeet ilman lyhenteitä. Tämä ei kuitenkaan riitä, vaan sama ohje pitää kirjata järjestelmään myös tällaista tapaa:

"Annosohjeen ensimmäiseen laattikkoon kirjoitan 1, seuraavasta valitsen liukuvalikosta 'tabletti', kolmanteen kirjoitan 3", Käsänen kuvaa.

"Päitsi ettei aloin kirjata Buranan annosta säännöllisen lääkityksen lehdelle, joka avautuu ensimmäisenä, joten valitsen tarvittaessa otettavan lääkityksen lehden, jolloin minun on kirjattava nämä tiedot uudestaan."

"Mikäli kyseessä olisi vaikkapa perusvoide, joutuisin valitsemaan vielä näiden toimien lisäksi liukuventovalikosta vaihtoehdon numero 13 'holle'. Buranan



Jarno Käsänen

Kyse on myös potilasturvallisuudesta, Käsänen muistuttaa.

ohjelma onneksi tietää kuuluvan suuhun", Käsänen kertoo.

Jos Käsänen saisi valita, hän korvaisi kaikki liukuvalikot ja räkisi yksinkertaisella kohdalla, jossa olisi vapaa teksti potilaan käyttämästä lääkityksestä.

Kyse on myös potilasturvallisuudesta, Käsänen muistuttaa. Jos lääkärin tarvitsema tieto on piilotettu lukuisten valikoiden taakse, on riski siitä, että tämä ei saa kaikkea tietoa, joita potilaan hoitoon tarvitaan.

Esimerkiksi Buranaa ei saa missään nimessä määrätä verenohennuslääkettä syöväälle, Käsänen kertoo.

KYSESSÄ on vain yksi esimerkki Käsänen sanoo, mutta lääkäreiden työpäivä täyttyy monista vastaavista. Myös lomakkeet ovat monimutkaistuneet.

"Mitään ei koskaan oteta pois vaan kaikkea lisätään", Käsänen sanoo.

"Jos kaiken tämän lisäksi pitäisi potilaan omaisen huolia ja kysymyksiä ehtiä kohtaamaan, niin voin sanoa, että aika työpäivä ei riitä."



Teknologian käyttöönottoon vaikuttavia tekijöitä

- Teknologian kypsyys (T)
- Odotettu taloudellinen tai tehokkuushyöty (O)
- Lainsäädäntö ja muu regulaatio (O)
- Yleinen hyväksyttävyys (yhteiskunta) (O/P)
- Osallisten hyväksyntä (ammatti-identiteetti, hyöty itselle, pelot) (P)

Vrt. Linstonen kolme perspektiiviä päätöksenteossa: Technical (T), Organizational (O) and Personal (P). Harold A. Linstone (1999). The multiple perspective concept



Käyttökohteita*

- Dokumentaatio, rutiinit ja hallinto
- Päätöksenteon tuki, hallinnollinen työ
- Päätöksenteon tuki, kliininen työ
- Diagnostiikan tuki, "AI konsultti"
- Kuvantamisten tulosten analyysi ja tulkinta
- Näytteiden analyysi ja tulkinta
- Personoitu hoito ja lääkkeet
- Potilaan ohjaus ja opastus, ml. mielenterveyspalvelut ja -tuki

=====

- Lääketutkimus- ja kehitys
- Synteettinen data (AI:n kouluttamisessa)
- Lääkäreiden ja hoitajien koulutus

"Generative AI has the potential to transform healthcare through automated systems, enhanced clinical decision-making and democratization of expertise with diagnostic support tools providing timely, personalized suggestions."

Reddy, S. Generative AI in healthcare: an implementation science informed translational path on application, integration and governance. *Implementation Sci* 19, 27 (2024).

(*Esim. Zhang & Poulos, 2023, Reddy 2024)

Ongelmat ja riskit (ei kattava lista)

- Vastuukysymykset virhetapauksissa (ihmisen aiheuttama vahinko vs. tekoälyn aiheuttama).
 - Säännökset ja hyväksyttävyys.
 - Eettiset kysymykset.
- Hallusinointi (virheet) ja läpinäkymättömyys
- Käyttäjien liiallinen luottamus järjestelmään (joka yleensä toimii hyvin)
- Datat saatavuus ja laatu; yhteensopivuus nykyisiin (potilas)tietojärjestelmiin
- Bias opetusdatassa
- Yksityisyyden suojan ongelmat
 - Esim. opetusdata voi näkyä mallissa, käytönaikaisen potilastiedon suojaus



Kauppalehti

<https://www.kauppalehti.fi> › uutiset · [Translate this page](#) ⋮

Taas uusi Tesla-kolari käräjillä – ”Oli ennalta ...

14 Mar 2024 — Autoa kuljettanut Applen insinööri Walter Huang menehtyi kolarissa. Teslan kannalta ongelmallista on, että auto kulki törmäyshetkellä ...

Käyttöönoton vaiheet

Systemaattinen, johdettu
vs.
kokeiluihin ja improvisointiin
perustuva lähestyminen?

1. Hyväksyntä ja käyttöönotto
 - Hyödyllisyys, helppokäyttöisyys, asenne käyttöön, käyttöaie, varsinainen käyttö
2. Data ja muut resurssit kuntoon
 - Käyttökohteet ("caset"), datan saatavuus, datan siivoaminen ja esikäsittely, annotointi, datan hallinta ja tallentaminen; laskentaresurssit
3. Integrointi olemassa oleviin tietojärjestelmiin ja laitteisiin
4. Jatkuva kehittäminen, suorituskyvyn arviointi, ja riskien hallinta

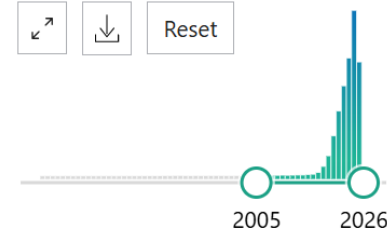
Kirjallisuutta

- 1 Reddy, S. Generative AI in healthcare: an implementation science informed translational path on application, integration and governance. Implementation Sci 19, 2(2024).
- 2 Lambert SI, Madi M, Sopka S, Lenes A, Stange H, Buszello CP, Stephan A. An integrative review on the acceptance of artificial intelligence among healthcare professionals in hospitals. NPJ Digit Med. 2023;6(1):111.
3. Brynjolfsson E, Li D, Raymond LR. Generative AI at Work, NBER Working Papers 31161, National Bureau of Economic Research, Inc. 2023.
- 4 Reddy S. Evaluating large language models for use in healthcare: A framework for translational value assessment. Infor Med Unlocked. 2023;41:101304.

Tutkimusjulkaisujen määrä kasvussa



RESULTS BY YEAR



RESULTS BY YEAR



Search (Tittle/Abstract)	AND (all fields)	
Artificial Intelligence		78,299
	Diagnostic*	13,157
	Imaging	12,190
Generative AI OR LLM OR FM		4169
	Diagnostic*	657
	Imaging	551

Esimerkkejä suorituskyvystä diagnostiikassa

“We assessed ...ChatGPT 4.0, on its ability to answer questions from the United States Medical Licensing Exam (USMLE) Step 2, ... 87% correct.”¹

Thirty clinical vignettes for ten common complaints were evaluated in this study. Chat GPT: 93.3%, physicians: 98% ²

A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance comparison between generative AI and physicians:

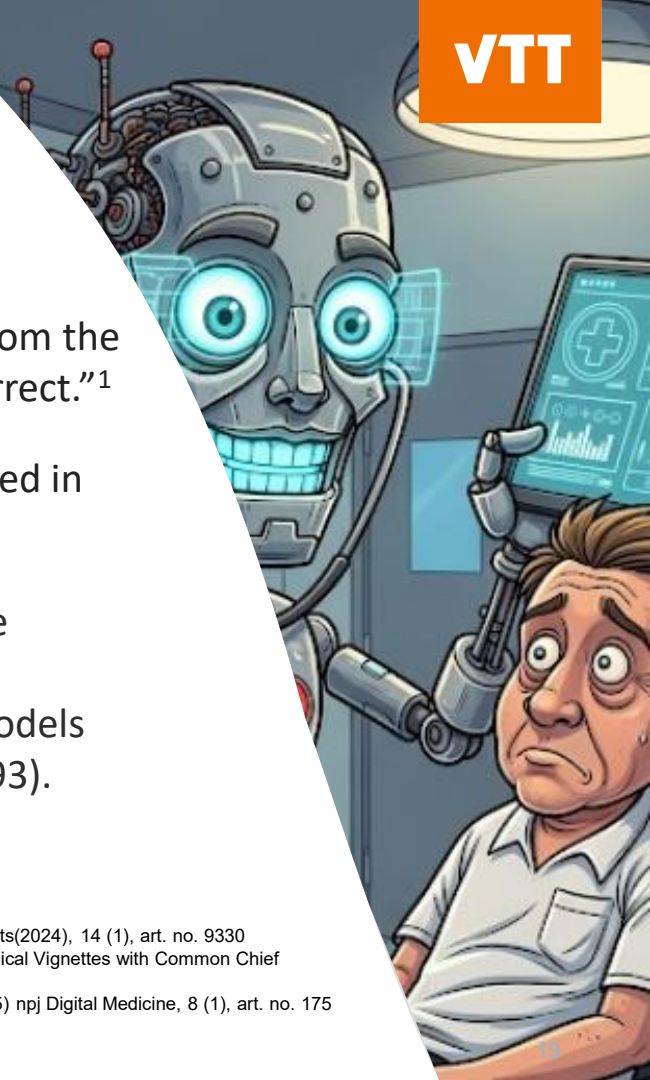
“No significant performance difference was found between AI models and physicians overall ($p = 0.10$) or non-expert physicians ($p = 0.93$).

However, AI models performed significantly worse than expert physicians ($p = 0.007$).” ³

1 Shieh et al. Assessing ChatGPT 4.0's test performance and clinical diagnostic accuracy on USMLE STEP 2 CK and clinical case reports(2024), 14 (1), art. no. 9330

2 Hiroasawa et al. Diagnostic Accuracy of Differential-Diagnosis Lists Generated by Generative Pretrained Transformer 3 Chatbot for Clinical Vignettes with Common Chief Complaints: A Pilot Study. Int. J. Environ. Res. Public Health 2023, 20, 3378.

3 Takita et al. A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance comparison between generative AI and physicians(2025) npj Digital Medicine, 8 (1), art. no. 175



01

“Vanha” ja generatiivinen tekoäly

02

Tekoäly terveydenhuollossa

03

Näkymiä tulevaisuuteen ja yhteenveto

Palataan vielä teknologian käyttöönottoon vaikuttaviin tekijöihin

Tekijä	Nyt	Arvio 3 - 5 v päähän
Teknologian kypsyys (T)	Keskeneräinen, kehittyy vauhdilla	Selvästi kypsempi monilta osin, kehittyy
Odotettu taloudellinen tai tehokkuushyöty (O)	Suuret odotukset, näytöt vielä vähäiset	Realismi kasvanut, näyttöä on (+ ja –)
Lainsäädäntö ja muu regulaatio (O)	Rajoittava, osin epäselvä	Tulkinnat ja säännökset selkiytyvät ajan myötä
Yleinen hyväksyttävyys (yhteiskunta) (O/P)	Kaksijakoinen: innostus - pelko	Arkipäiväistynyt
Osallisten hyväksyntä (ammatti-identiteetti) (P)	Osin torjuva, uhkakuva. Avustava rooli rutiineissa ok.	Hyväksyntä kasvaa tutustumisen myötä. Nuoret ammattilaiset: ok*.

* Tulevat lääkärit suhtautuvat generatiiviseen tekoälyyn entistä positiivisemmin

(Kawakami C, et al. Rapidly Rising Preference among New-entry Medical Students for Using Generative Artificial Intelligence in Reflective Reports. JMA J. 2025 Apr 28;8(2):465-469.)

Todistusaineistoa puoleen tai toiseen on vielä niukasti

- Monet asiat puhuvat ison muutoksen puolesta
 - Teknologian yleiskäyttöisyys
 - Kokeilujen ja käytön matala kynnys
 - Nopea käyttöönotto kertoo tarpeesta ja valmiudesta
 - Teknojättien valtavat investoinnit
 - Lupaus kustannussäästöistä ja tehokkuudesta, taustalla ikääntyvän väestön tuomat paineet järjestelmään kahdesta suunnasta: potilaat vs. työvoima
- Mutta on myös hidastavia tekijöitä
 - Todellinen hyöty vs. suuret lupaukset => pettymys?
 - Lait ja säädökset, mm. vastuukysymykset
 - Organisatorinen jäykkyys
 - Hyväksyttävyyys: suuri yleisö ja hoitoalan ammatti-identiteetit
 - Vrt. valmistava teollisuus, ei sielläkään ole edetty odotetusti.

bey⁰nd

the obvious

Heikki Ailisto
@vtt.fi