

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FELHASZNÁLÁSA AZ ALVÁSMEDICÍNÁBAN

FALUDI BÉLA

TANSZÉKVEZETŐ EGYETEMI DOCENS

ALVÁSMEDICÍNA TANSZÉK, NEUROLÓGIAI KLINIKA

PTE KK, PÉCS

Meg lehet enni?

Igen

AI

Mérgező gomba, igazad van.
Szeretnél többet megtudni
a mérgező gombákról?

AI

Definíció (AI alapján):

A mesterséges intelligencia (MI, angolul AI) gépek vagy számítógépes rendszerek olyan képességeit foglalja magába, amelyekkel emberhez hasonlóan képesek olyan intellektuális feladatokat elvégezni, mint az érvelés, tanulás, problémamegoldás, tervezés, döntéshozatal és kommunikáció. Az MI célja, hogy a gépek képesek legyenek elemezni a környezetüket, és a megértett adatok alapján célokat érjenek el.

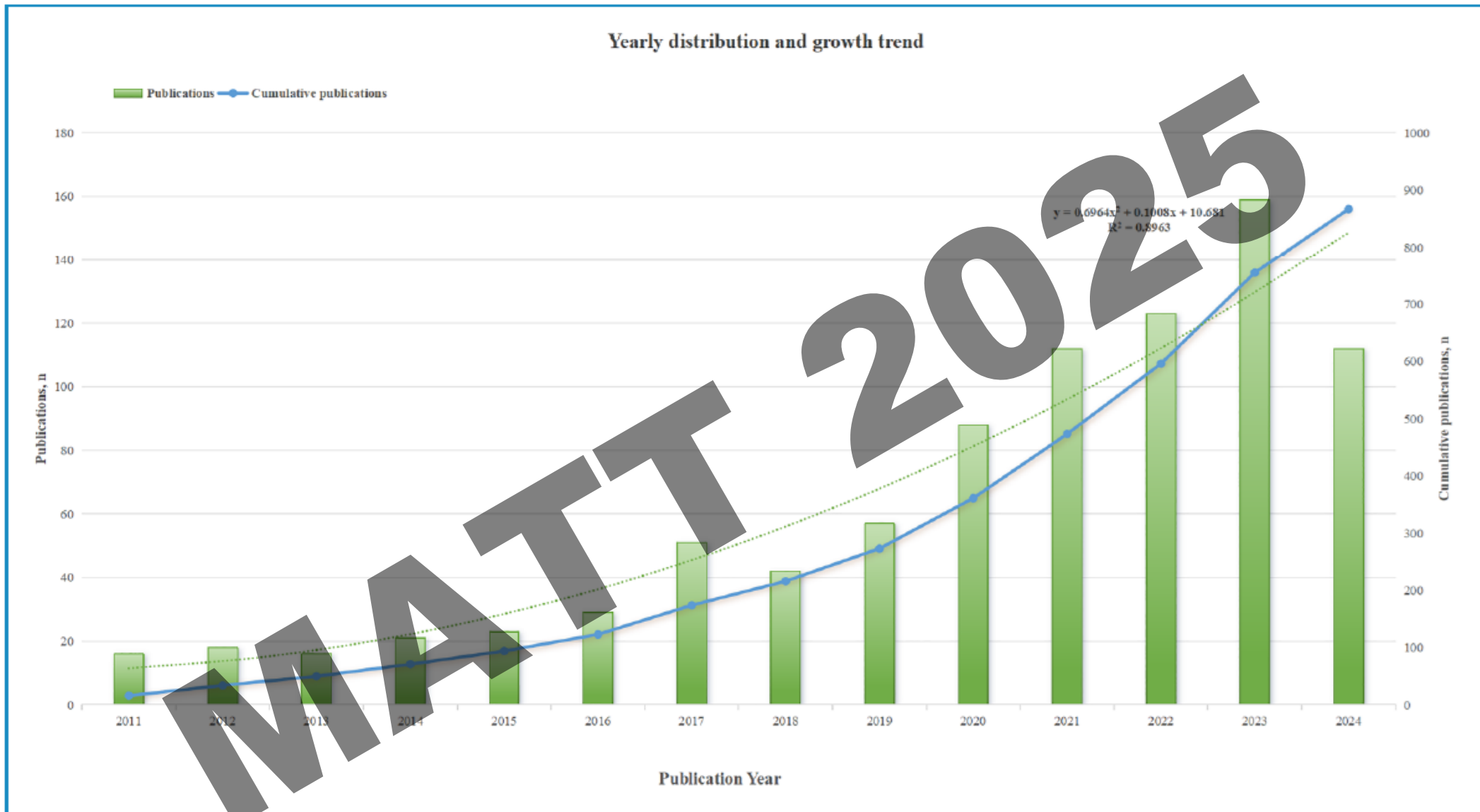


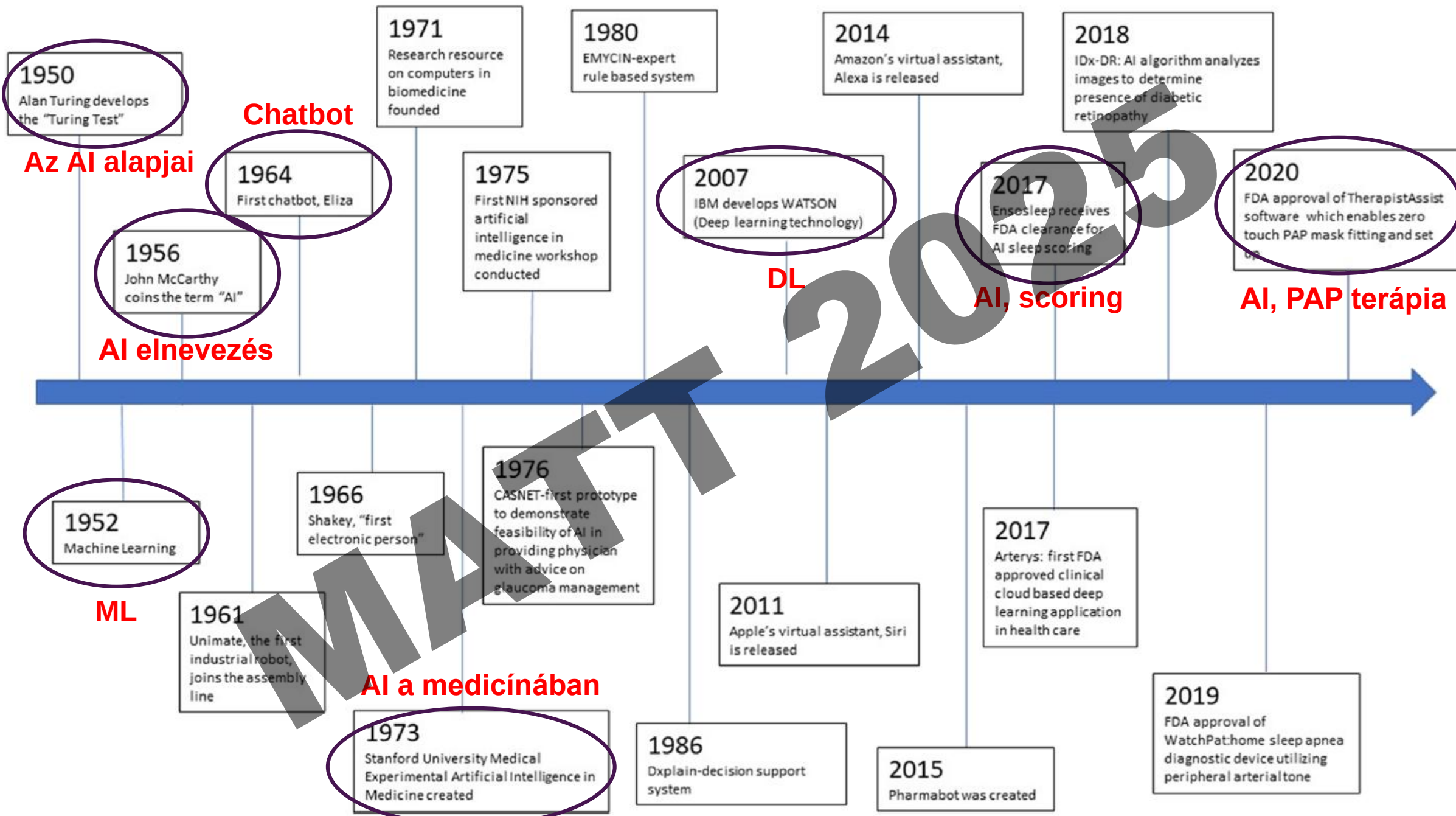
Figure 2. The annual and cumulative numbers of research articles on artificial intelligence in OSA in WOS from 2011 to 2024.

Table 1. The top 10 countries in terms of publications from 2011 to 2024.

Sequence	Country (Region)	Publications	Total Citations	Average Article Citations	TLS	Rank by Total Citations
1	China	247	2571	10.41	93	2
2	USA	230	5025	21.85	185	1
3	Spain	72	1205	16.74	69	5
4	South Korea	60	693	11.55	10	9
5	Canada	52	925			
6	Australia	50	1328			
7	Italy	46	779			
8	Germany	45	1615			
9	France	42	711			
10	England	39	583			

Table 3. The Top 10 journals with the highest number of publications from 2011 to 2024.

Sequence	Journal	Publications	Total Citations	Average Article Citations	TLS	IF(2023)
1	IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics	31	778	25.10	180	6.7
2	Biomedical Signal Processing and Control	29	717	24.72	111	5.1
3	Sensors	29	444	15.31	154	3.4
4	Laryngoscope	28	592	21.14	147	2.2
5	Sleep and Breathing	25	283	11.32	67	2.1
6	Physiological Measurement	24	260	10.83	88	2.3
7	Journal of Clinical Sleep Medicine	23	400	17.39	63	3.5
8	Scientific Reports	20	215	10.75	77	3.8
9	Sleep Medicine	18	215	11.94	48	3.8
10	IEEE Access	16	166	10.38	64	3.4



Mesterséges intelligencia elnevezés: 1956

Fellendülések és visszaesések története: AI Winter - AI Hype

Kezdetekről 1970-es évekig: **Az első fellendülés (Hype) korszaka**

Támogatók: kormányzat, hadsereg

1973: Lighthill jelentés: **Az elért eredmények elégtelensége**

Következmény: támogatások csökkenése
1. AI winter: 1970-1980

1980-as évek:

AI Hype (2.)

Ok: Számítógépek terjedése
Számítási kapacitások növekedése
Vállalati döntéshozatali rendszerek megjelenése

1990-es évek

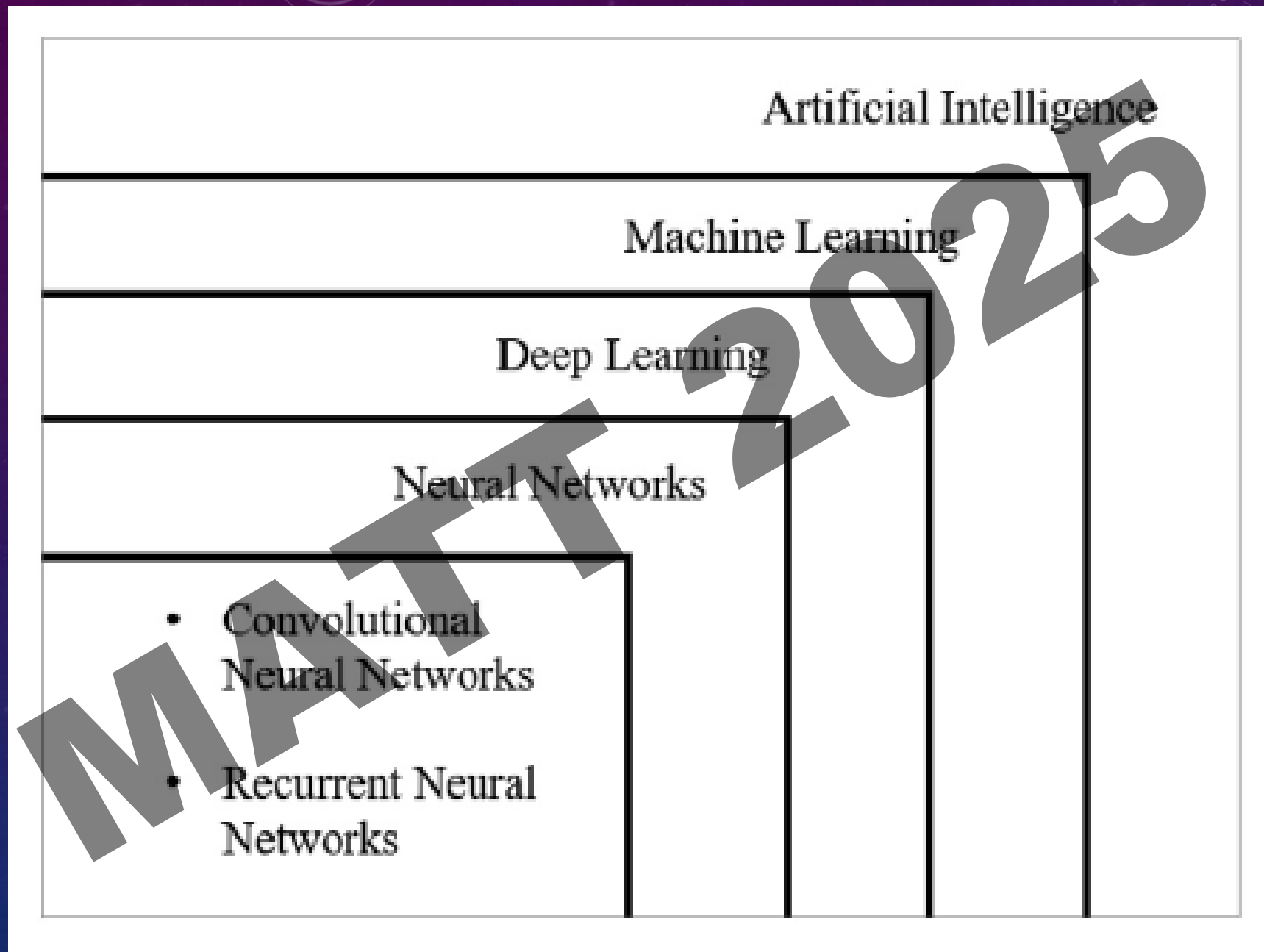
AI Winter (2.)

Ok: Tárhely és számítástechnikai korlátok
„Az AI nem működik”

2010-es évek

AI Hype (3.)

Minden AI vezérelt...



Machine learning (Gépi tanulás)

- Nagy adatmennyiségek
- Algoritmusok
- Statisztikai módszerekkel összefüggéseket keres

Felügyelt: Regresszió
Klasszifikáció $\times$
„Feature extraction”: adatredukció
stb.

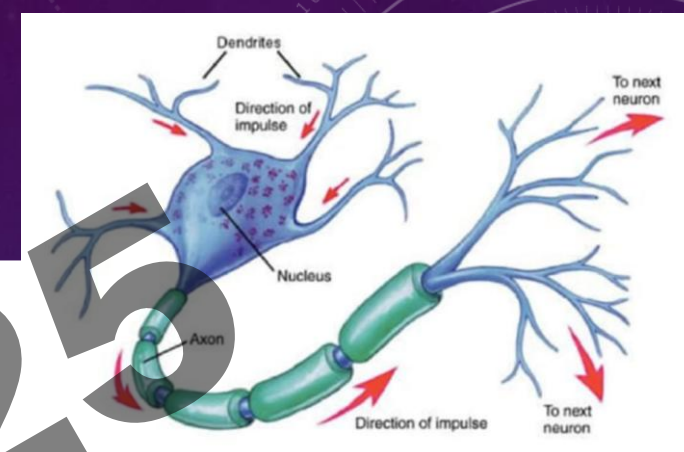
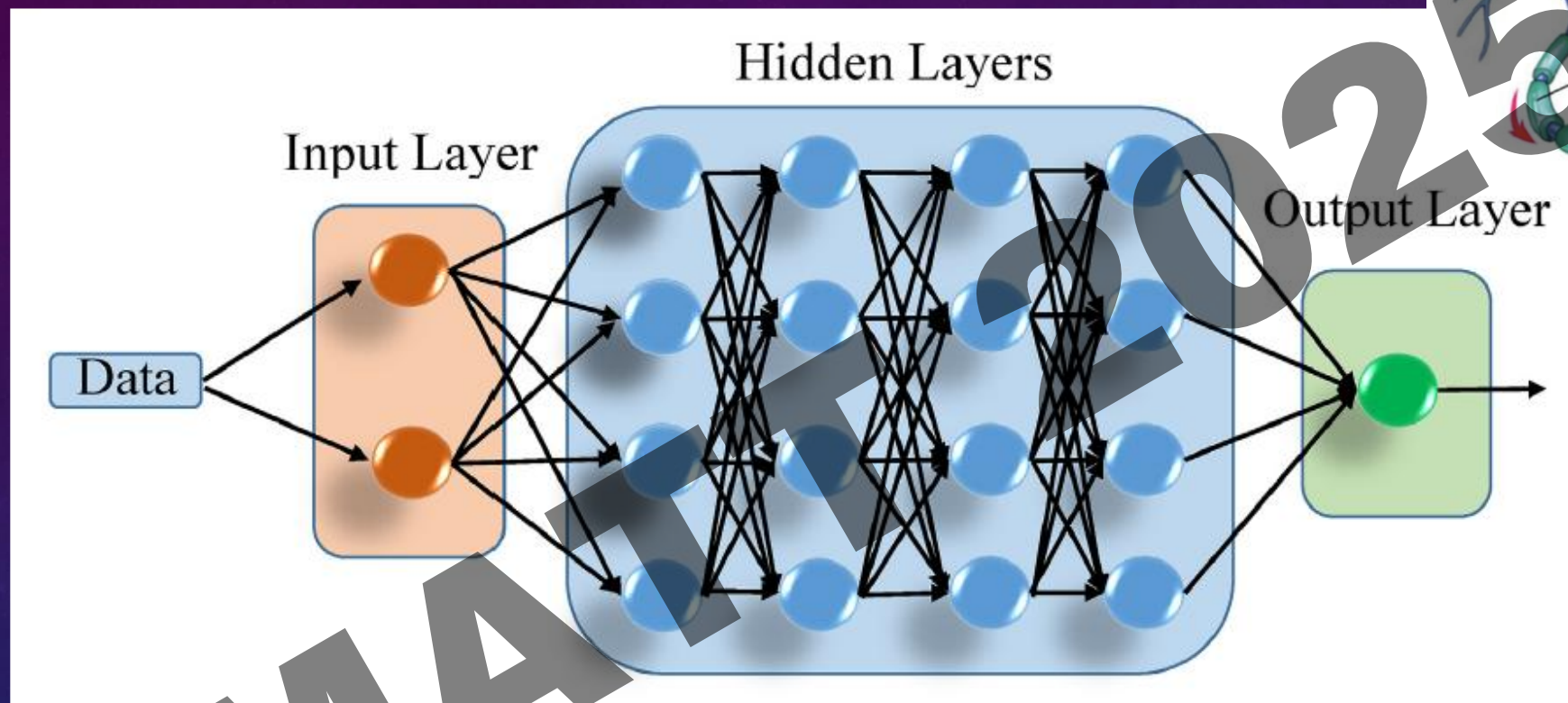
Nem felügyelt: Klaszter analízis (nem ismert előre az adatok közti kapcsolat)
stb.

Mindkét kategóriában számos altípus

- Ezek alapján következtetéseket, döntéseket, előrejelzéseket hoz

Deep learning (Mélytanulás):

Alapegysége: Mesterséges neuronhálózati modell



Típusok: „klasszikus” ANN

C(ellular) NN

C(onvolutional) NN

R(ecurrent) NN

RCNN (az előző kettő kombinációja)

Képfeldolgozás / felismerés, Arcfelismerés, Radiológia

Idősor analízis

A tanulási modellek betanítása:

Felügyelt (supervised):

Címkézett adatok (adat + értelmezése)

Ehhez hasonlítja az ismeretlen adatot

Előzetes felcímkézés (értelmezés) ember által

Mint a természetes tanulás (tanóra, könyv, ez és ez azt jelenti...)

Nem felügyelt (non-supervised):

Címkézetlen adatok (nincs az adat mellett annak az értelmezése)

Önállóan keresi a különbségeket, csoportokat, mintázatokat

Nincs előzetes felcímkézés

Megfigyelésen alapó tanulás

Megerősítő tanulás (reinforced learning):

Az emberi tanulást mintázza

Próbálkozunk, hibázunk, próbálkozunk... (trial and error)

Természetes nyelvfeldolgozás (Natural Language Processing):

ChatGPT, stb

Különbség az alvás elektrofiziológiai jellegzetességeinek meghatározása analógiáján:

Deep learning / nem felügyelt tanulás:

Mint ahogy **Rechtshaffen** és **Kales** megfigyelte az alapvető különbségeket az alvás egyes szakaszai (W, 1, 2, 3, 4, REM) között

Machine learning / felügyelt tanulás:

Ahogy az R-K kritériumok alapján elemezzük az alvásszerkezetet

Screening

- Wearables (smartwatches, headbands, etc.)
- AI-integrated questionnaires and algorithms
- Smartphone apps for sleep tracking and preliminary analysis

Management

- AI-driven cardiopulmonary monitoring
- AI-integrated home sleep tests
- AI-powered environmental sensors

Diagnosis

- AI-integrated home sleep tests
- Contactless AI systems for analyzing snoring sounds
- Automated sleep stage scoring

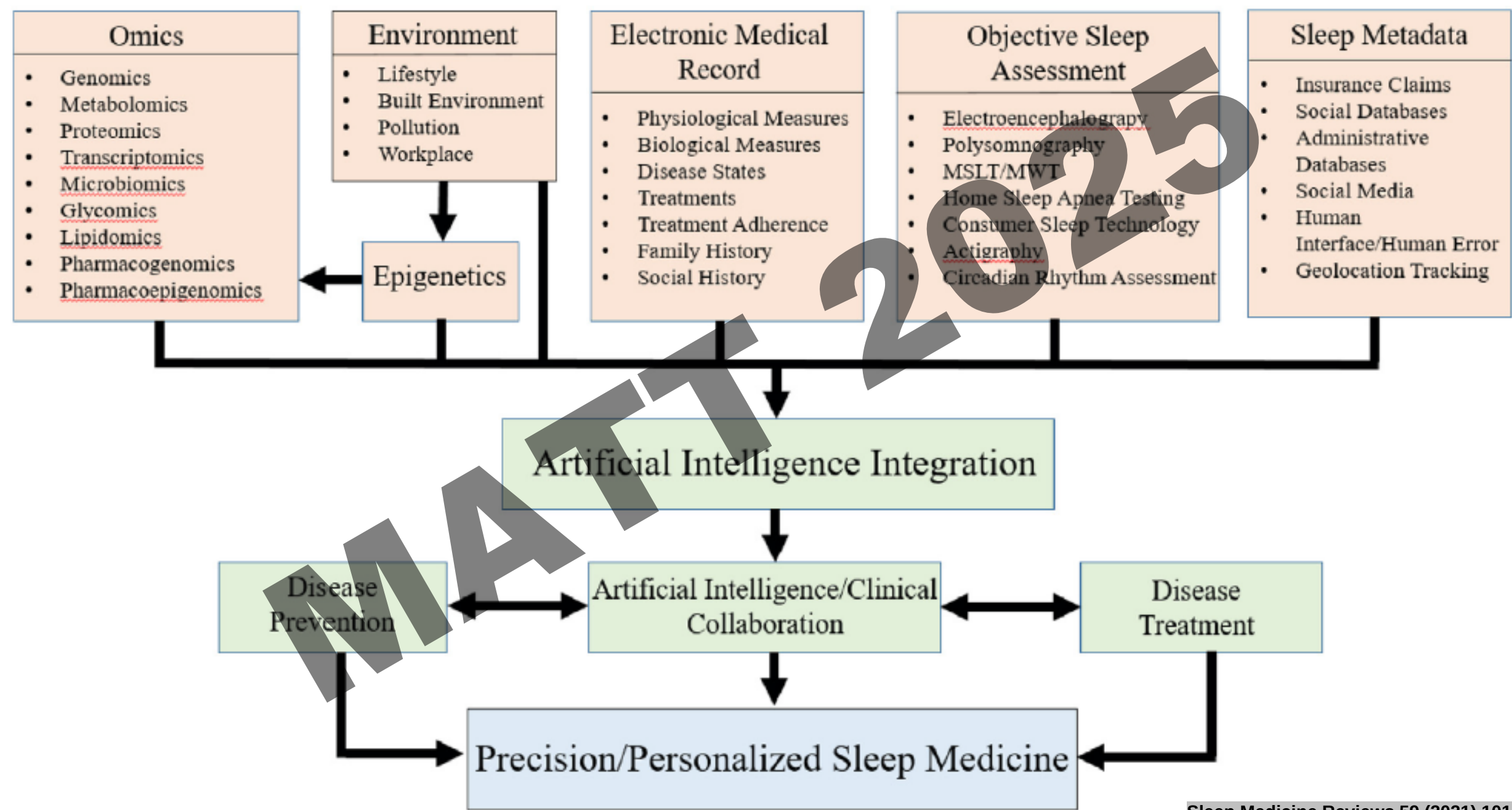
Endo és fenotipizálás (nem csak OSAS esetén)

Treatment

- AI optimized CPAP settings and monitoring
- AI predictions for treatment adherence
- Digital CBT-I apps for personalized insomnia management



Hogyan? Adat integráció, elemzés, hatalmas adatbázisok alapján.



Alvásfüggő légzészavarok: Mire, mit?

Háttér (számos cikk alapján):

- Gyakori betegség, nagy tömegek diagnózis nélkül
- A kapacitások végesek
- A tünetmentes és nem egyértelmű tünetű eseteket nehéz felismerni
- A diagnosztika nagy szakértelmet igényel
- A staging és scoring időigényes

Kellene valami helyette...

Költséghatékony
Kevesebb emberi tényező
Kombinált megoldások

Alvásvizsgálat + egyéb páciens adatok

Status and Opportunities of Machine Learning Applications in Obstructive Sleep Apnea: A Narrative Review

<https://doi.org/10.1101/2025.02.27.25322950>

Machine Learning Applications	Number of studies	Proportion (N=254)
Sleep apnea diagnosis classification	74	29%
Identification of hypopnea/apnea at epoch level	29	11%
Snoring detection and profiling	25	10%
Severity stratification (AHI)	20	8%
Predict mortality risk, cardiovascular risk, and other conditions related to Sleep Apnea	19	7%
Automatic classification of sleep stage in sleep apnea	19	7%
Detecting or screening other conditions related to Sleep apnea (e.g adenoid hypertrophy)	16	6%
Wearable or nearable devices	15	6%
Screening and profiling of protein/DNA/genetic/blood analysis for sleep apnea	14	5%
Clustering analysis for phenotyping those with sleep apnea	13	5%
OSA questionnaires analysis	9	4%
CPAP adherence and usage	8	3%
Electronic Health Records (EHR) analysis	7	3%
Sleep posture classification	5	2%
Predicting treatment outcomes	3	1%
Predicting candidate for surgery	3	1%
Predicting score results for drug-induced sleep endoscopy	3	1%
Obstructive Sleep Apnea vs Central Sleep Apnea	3	1%

Table 1: Absolute and relative popularity of studies categories. One study can have more than one study category.

- Módszer:
- DL
 - Linear/ logistik reg.
 - Random forest
 - SVM

Az AI megbízhatósága OSAS diagnosztikában:

DL, ML, Hibrid modell
Pontosság: 67-98.6%
Legjobb: Hibrid modell

BMC Medical Informatics and Decision Making, 2025, 25: 278

Fenotípus – endotípus meghatározás

Háttér: az AHI nem írja le a betegség valódi természetét
PSG + klinikai adatok, AI: felügyelt ML

Felső légúti kollapszibilitás és ébredési küszöb meghatározás (endotípusok)

Ann Am Thorac Soc 2021, 18(4): 656-667

Légzési instabilitás meghatározása (loop gain) AI metodikával

(Hagyományos meghatározás: CPAP nyomás ejtés titrálás során, légzési válasz)

JNCI 2017, 109 (4)

Fenotípusok (5-ös modell) meghatározása, elkülönítése
ML

Sleep Breath 2019, 23: 1087-94.

Terápiás segítség

Optimális CPAP nyomás meghatározás
Random forest, DL

Sleep 2019, 42: A217

Okoskütyük és AI

Főként alvásfüggő légzészavarok diagnosztikája, Reklámok: AI powered
AI winter-ek a számítási kapacitás elégtelensége miatt

Vajon az okoskütyükben van megfelelő háttér a precíz diagnosztikához?

Jel: PPG, EKG, O2sat, légzés, vibráció, hőmérséklet

Metódus: ML (Random forest, Support vector)), DL (CNN, RNN)

OSAS irányában „ígéretesek”, egyebekre limitált lehetőségek J Med Internet Res 2025, (27) e65272

Inszomnia

EEG analízis, DL (ANN), singular spektrum analízis, Alvás, C3, C4

Inszomnia páciensek

Paradox és pszichofiziológia elkülönítése

J Med Syst (2011) 35:457–461

Twitter (X) üzenetek tartalmi szűrése, NLP

Stressz, fejfájás, inszomnia tartalmak

BMC Med Inform Decis Mak 2019, 19 (suppl 3): 79

KANOPEE, mobiltelefonos alkalmazás, virtuális „személy”, hang és testmozgások

Döntési fa architektúra

◀ Szűrés alvászavarok irányában + Digitális CBT-I

J Med Interner Res 2020, 22(12): e24268

CBT-I AI: ML, ChatBot

Hatásos, személyre szabott

J Clin Med 2025 14, 2265

Narkolepszia

Elektrofiziológiai diagnosztika

NT1 diagnózis kizárólag éjszakai PSG-ből
DL, hypnodensity graph
Szenzitivitás: 91%, Specificitás: 96%

„Beteg-kommunikáció”

ChatGPT, Geminy, Perplexity
28 jellegzetes betegkérdés, válaszok kiértékelése
Általában a válaszok jók
De: Legrosszabb Diagnózis és kezelés: ChatGPT, Perplexity
Diagnózis: Gemini

Klinikai jellemzők feltérképezése (Klaszterezés)

Narkolepszia a **centrális hiperszomnia** csoport képviselője
Számos átfedés, néha nehéz az elkülönítés (NT1, NT2, egyebek)
ML
EU-NN adatbázis (3000 páciens adatai)
A kataplexia mellett új: átlagos REM latencia (MSLT alapján)

DOI: 10.1038/s41467-018-07229-3

OPEN

Neural network analysis of sleep stages enables efficient diagnosis of narcolepsy

Artificial Intelligence Chatbots and Narcolepsy: Friend or Foe for Patient Information?

Eur Neurol

DOI: 10.1159/000547034

Exploring the clinical features of narcolepsy type 1 versus narcolepsy type 2 from European Narcolepsy Network database with machine learning

SCIENTIFIC REPORTS | (2018) 8:10628 | DOI:10.1038/s41598-018-28840-w

Automated Detection of Isolated REI Sleep Behavior Disorder Using Computer Vision

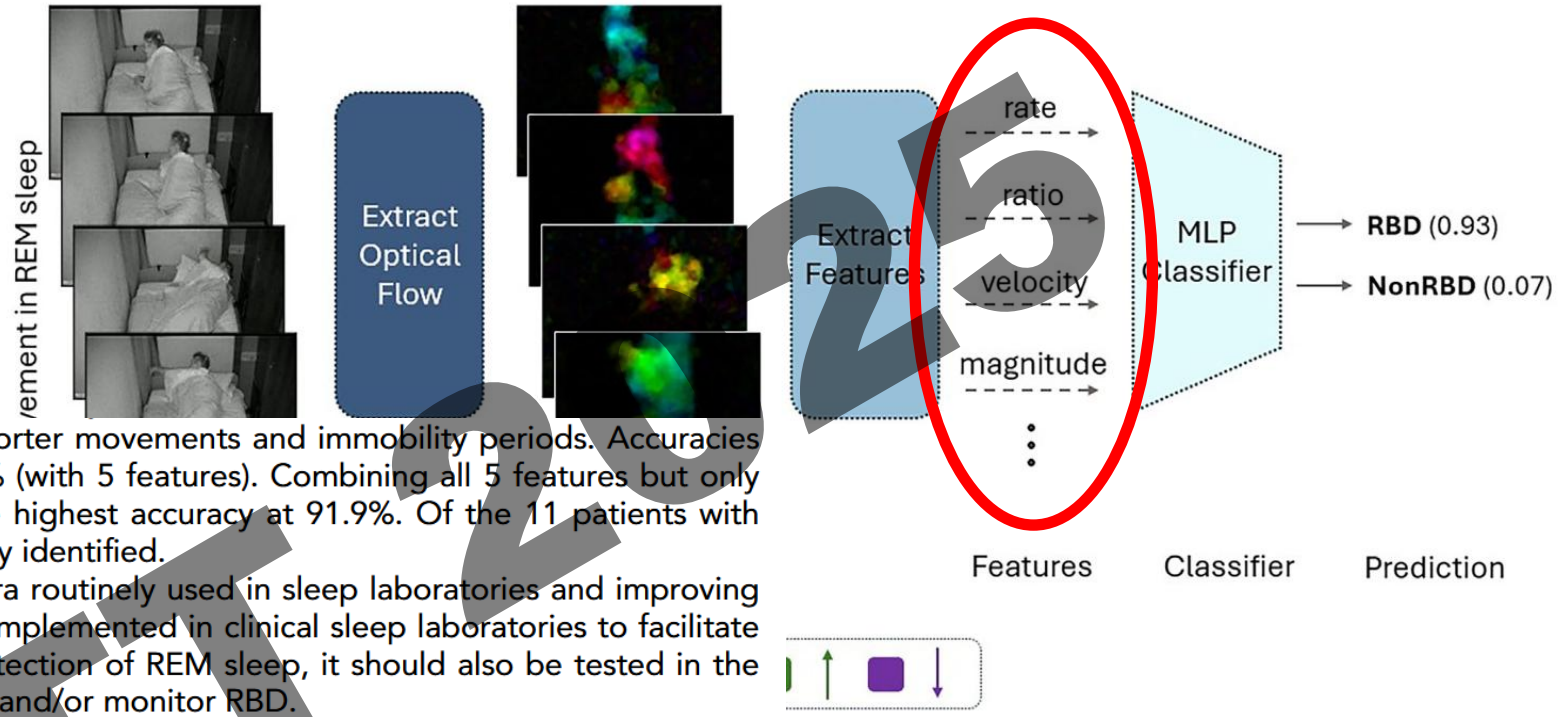
ANN NEUROL 2025;97:860–

Mohamed Abdelfattah, MS,¹ Li Zhou, PhD,^{2,3,4} Oliver Sum-Ping, MD,⁵

Anahid Hekmat, MD,⁵ Joanna Galati, MD,⁵ Niraj Gupta, BS,⁵ George Adaimi, PI

Salonee Marwaha, BS,² Ankit Parekh, PhD,⁷ Emmanuel Mignot, MD,⁵

Alexandre Alahi, PhD,¹ and Emmanuel During, MD²



Results: Patients with iRBD exhibited an increased number of shorter movements and immobility periods. Accuracies for detecting iRBD ranged from 84.9% (with 2 features) to 87.2% (with 5 features). Combining all 5 features but only analyzing short (0.1–2 second duration) movements achieved the highest accuracy at 91.9%. Of the 11 patients with iRBD without noticeable movements during vPSG, 7 were correctly identified.

Interpretation: This work improves prior art by using a 2D camera routinely used in sleep laboratories and improving performance by adding only 3 features. This approach could be implemented in clinical sleep laboratories to facilitate and improve the diagnosis of iRBD. Coupled with automated detection of REM sleep, it should also be tested in the home environment using conventional infrared cameras to detect and/or monitor RBD.

EEG, EOG, Nem-felügyelt tanulás, Idiopátiás RBD, PK és RLS (PLMS) elkülönítés

PK preklinikai előjelzése, ML, PSG, klinikum, LP, Képtartó beépítése

Alvásfüggő mozgászavarok:

PLMS, DL, EMG és nem EMG jelekből, ML, Pontosság: 85%

PLMS, 3D kamera, infravörös érzékelő, 75%-os pontosság

J Neurosci Met 2014 235: 262-276

Int J Med Informatics 2016 90: 13-21.

Int J mEd Inforamtics 2016 90: 13-21

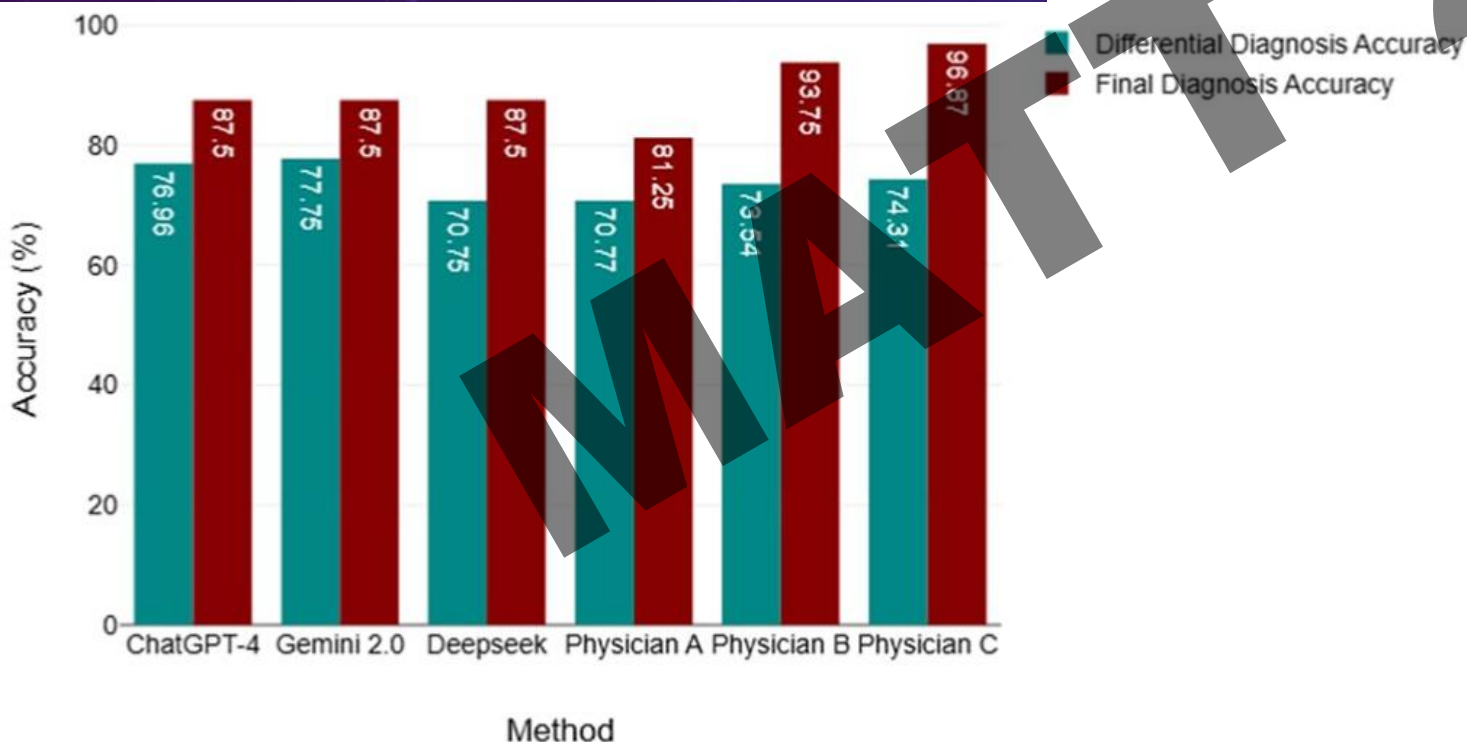
Sci rep 2019 9(1): 16812

Lehet, hogy nincs szükség ránk, avagy a ChatGPT és társai

ChatGPT, Gemini, DeepSeek
vs.
3 szomnológus

LLM

16 Eset az AASM Case Book-ból



A fenti alkalmazások hatásfoka, teljesítménye összehasonlítható volt a szomnológusok teljesítményével.

Alvásstádium meghatározás, I.

Csatornák:

EEG

EEG-EOG-EMG

Szűrő (otthoni eszközök) esetén: EKG, PPG

Jeltípus:

Nyers (raw),

Spektrogram

Leggyakrabban alkalmazott metodika:

CNN, RNN

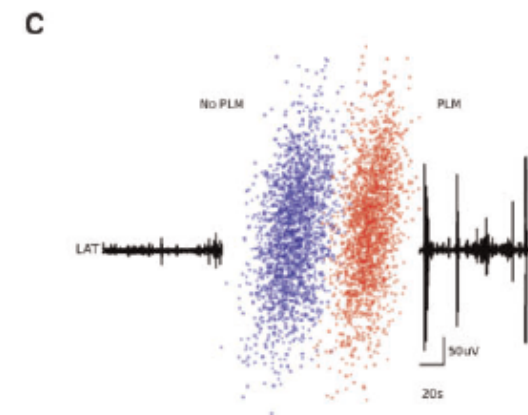
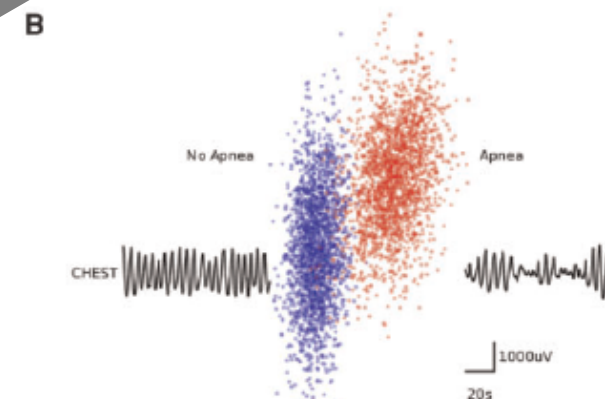
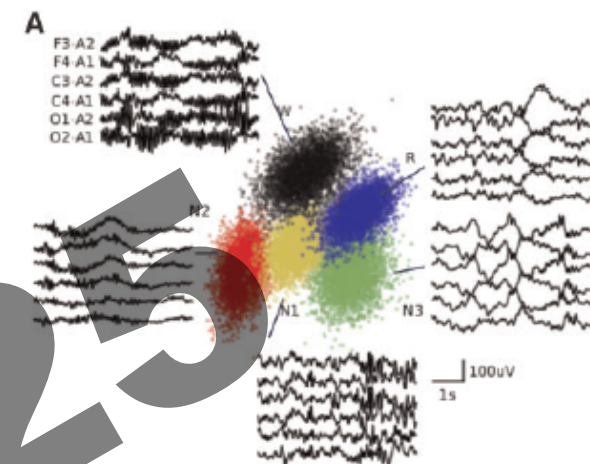
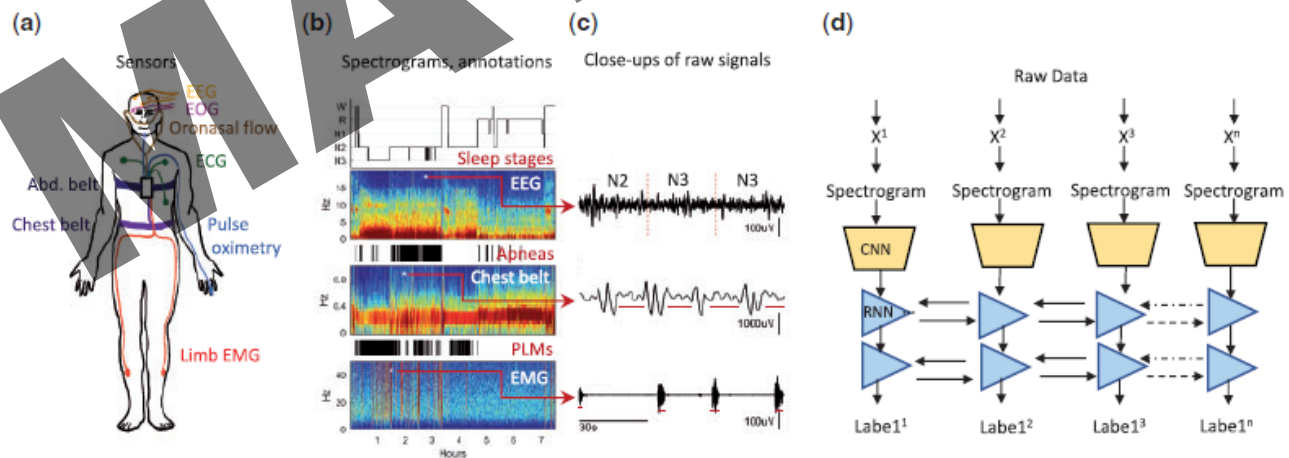
Pontosság (számos tanulmány alapján):

80-93.7%

Journal of the American Medical Informatics Association, 2018, Vol. 25, No. 12

Expert-level sleep scoring with deep neural networks

Siddharth Biswal,¹ Haoqi Sun,² Balaji Goparaju,^{2,3} M Brandon Westover,^{2,*}
Jimeng Sun,^{1,*} and Matt T Bianchi^{2,3,*}



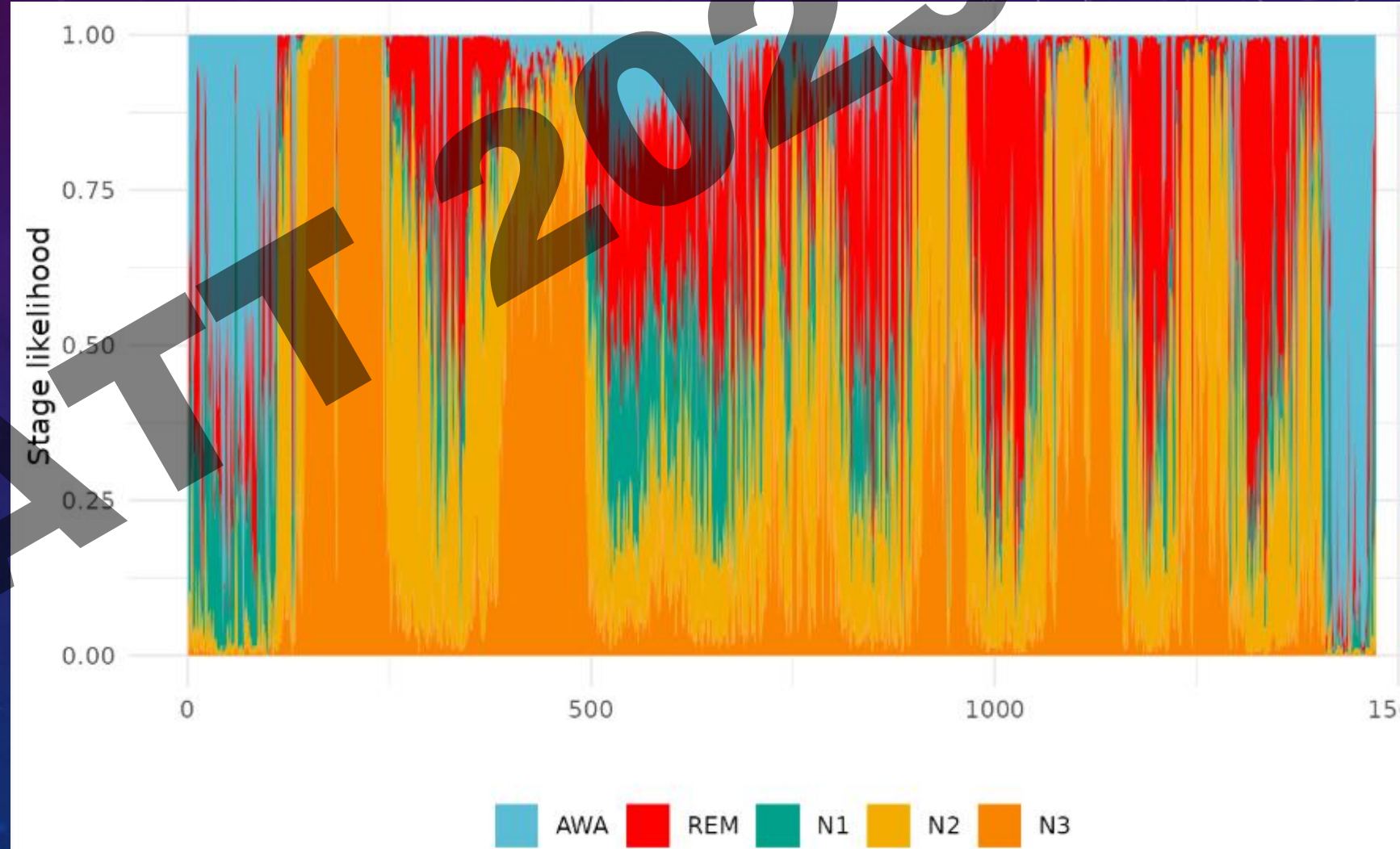
Alvásstádium meghatározás, II.

„Hypnodensity graph”

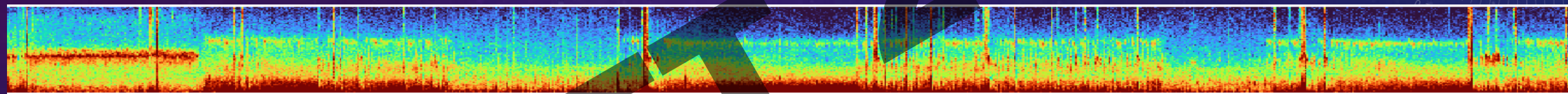
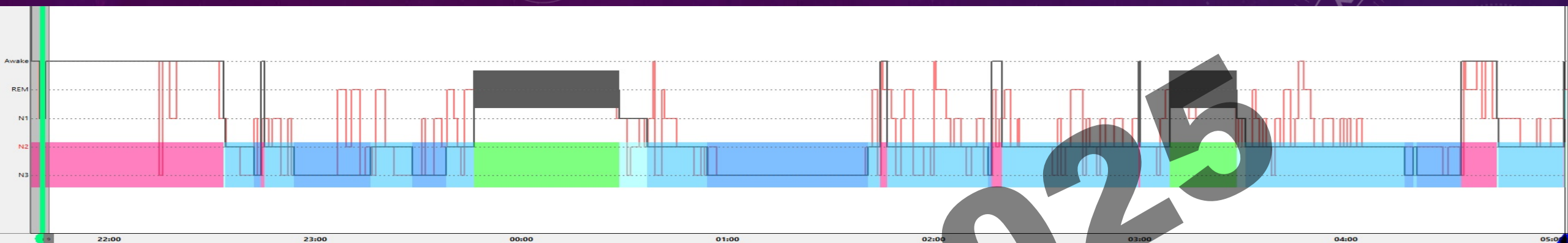
A szokásos staging (N1, N2, N3, REM, Wake „mindenképpen”) helyett valószínűségi meghatározás

DL metodika

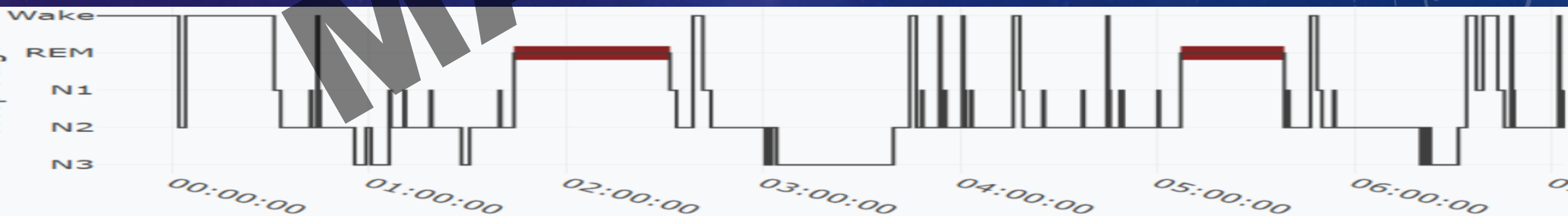
Nat Commun 2018, 9:5229



Alvásstádium meghatározás - Összehasonlítás: I.: Manuális



Alvásstádium meghatározás - Összehasonlítás: II.: U-Sleep



Az emberi teljesítmény romlása az AI használata mellett:

De-skilling

Nature Gastroenterology and Hepatology:

Gasztroenterológusok

Négy centrum Lengyelországban, 18 orvos

Kolonoszkópia

Adenóma felismerési arány vizsgálata

AI vezérelt felismerés 3 hónapig, majd ismét humán értékelés

Romlott a humán felismerés / diagnosztika színvonala

Felügyelt AI?

A regresszióvizsgálat (vagy regresszióanalízis) egy statisztikai módszer, amely két vagy több véletlen változó közötti kapcsolatot modellezi, hogy megállapítsa, hogyan hatnak egymásra. Célja az összefüggések azonosítása, számszerűsítése és előrejelzések készítése

Mesterséges intelligencia:

Az emberi gondolkodást utánzó algoritmus, nagy mennyiségű adatot statisztikai eljárásokkal elemző rendszer.

- A statisztikai módszerek évtizedek óta ismertek
- Nagy mennyiségű adat mostanra áll rendelkezésre
- A számítástechnikai kapacitások megfelelő szintre fejlődtek

