



# AI V MEDICÍNSKOM VZDELÁVANÍ

KONKRÉTNE PRÍKLADY PRICHÁDZAJÚCICH  
ZMIEN PRE NASLEDUJÚCE TRI ROKY

doc. MUDr. **Andrej Thurzo**, PhD., MPH, MHA.

Ústav medicínskeho vzdelávania a simulácií  
Lekárska fakulta Univerzity Komenského v Bratislave  
Slovenská spoločnosť pre regeneratívnu medicínu

**12:57 - 13:07**  
7 minút



# ŠPECIFIKÁ VZDELÁVANIA V MEDICÍNE

- Prax: Vyžaduje aj reálne klinické - praktické zručnosti
- Chyby: môžu stať pacienta život
- Multidisciplinarita: vedomosti z veľa oblastí  
(biológia, farmakológia, psychológia, technológie)
- Celoživotné: postupy sa neustále vyvíjajú
- Etika a emócie: riešenie citlivých etických dilem





**PREČO SA AI/UI STALO  
KĽÚČOVÝM PRVKOM  
VZDELÁVANIA V MEDICÍNE?**

Horizontal enabling layer..

..In everything

# PREČO SA AI/UI STALO KĽÚČOVÝM PRVKOM VZDELÁVANIA V MEDICÍNE?

personalizované učenie

Rýchlo a autonómne aktualizovateľná –  
ideál pre celoživotné vzdelávanie

multimodálna

rýchla spätná väzba

realistické simulácie

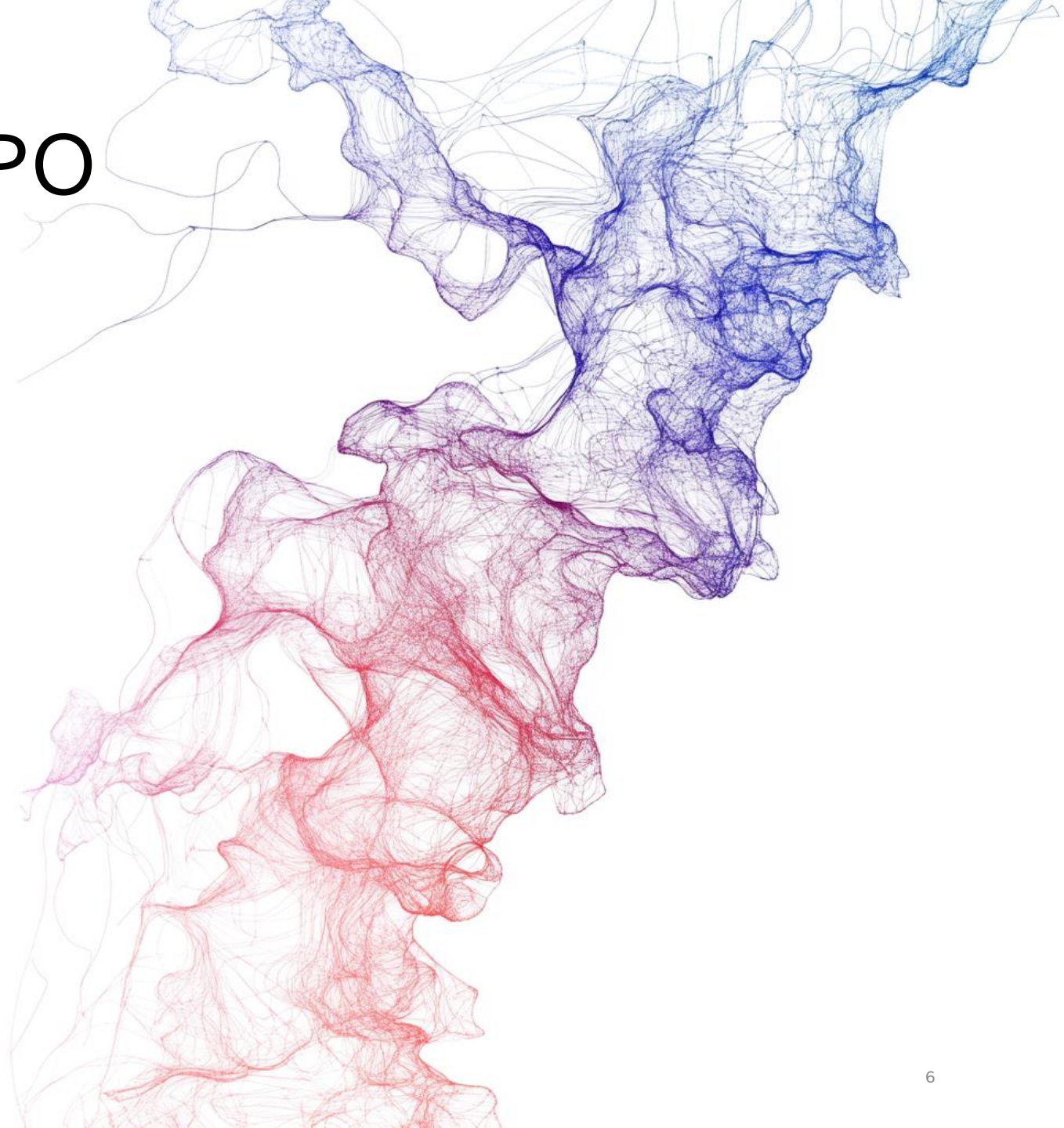
Vyššia efektívnosť vzdelávania

# KRÁTKY PREHĽAD HISTORICKÉHO VÝVOJA AI V MEDICÍNE

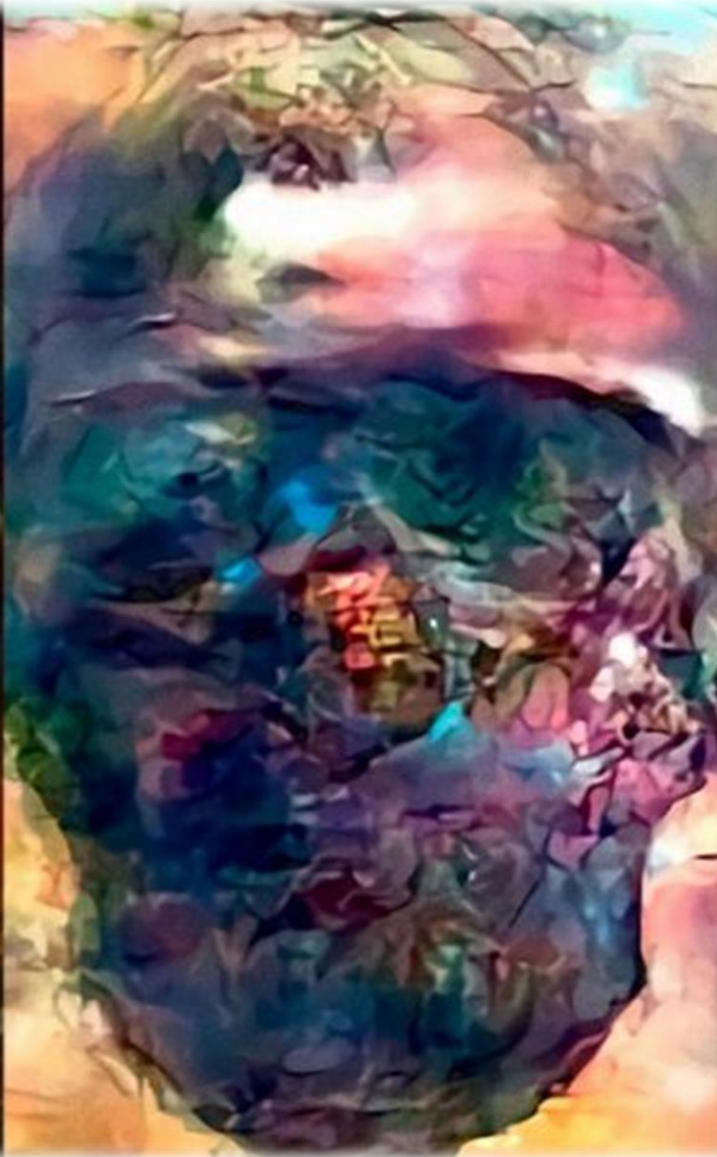
- 1950–1960**: Zrodenie umelej inteligencie – prvé koncepty expertíznych systémov.
- 1970–1980**: Vývoj prvých medicínskych expertíznych systémov (napr. MYCIN pre diagnostiku infekcií).
- 1990**: Zavádzanie rozhodovacích systémov do klinickej praxe.
- 2000**: Nástup strojového učenia a analýzy veľkých dát v biomedicíne.
- 2010**: Rozmach deep learningu – AI začína analyzovať zobrazovacie údaje (napr. RTG, MRI).
- 2020+**: Integrácia AI do diagnostiky, liečby, prediktívnej medicíny a vzdelávania lekárov.

# MIMORIADNE TEMPO

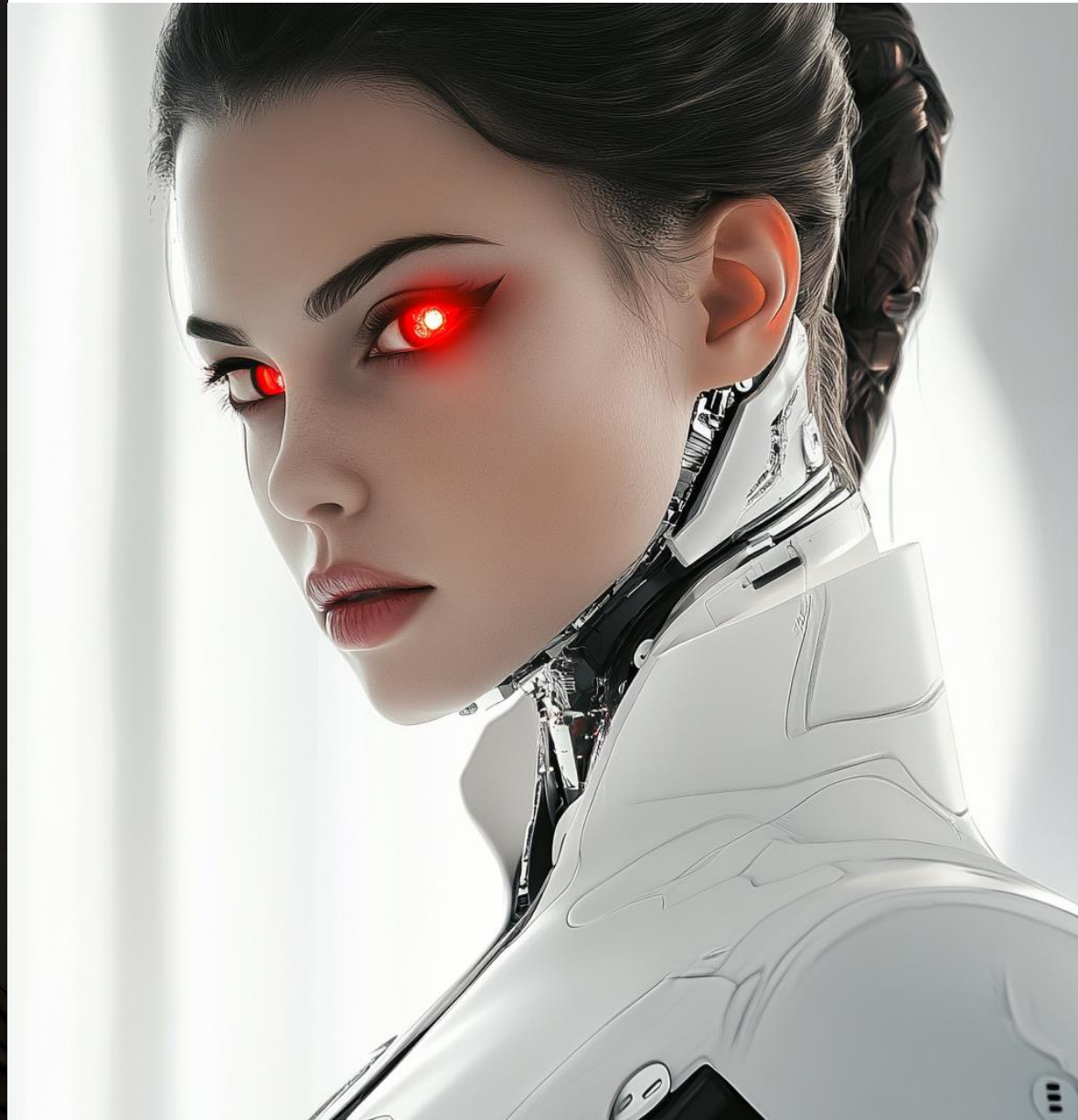
Veľký posun v generatívnej UI  
za posledné 3 roky



# GENERATÍVNA UI PRED 3 ROKMI



PRED ROKOM





# VČERA



Wim Puts

Top contributor · 4 d · 🌐

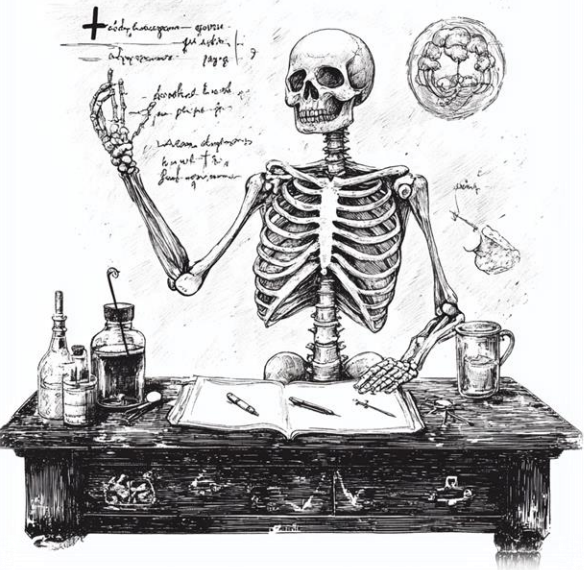
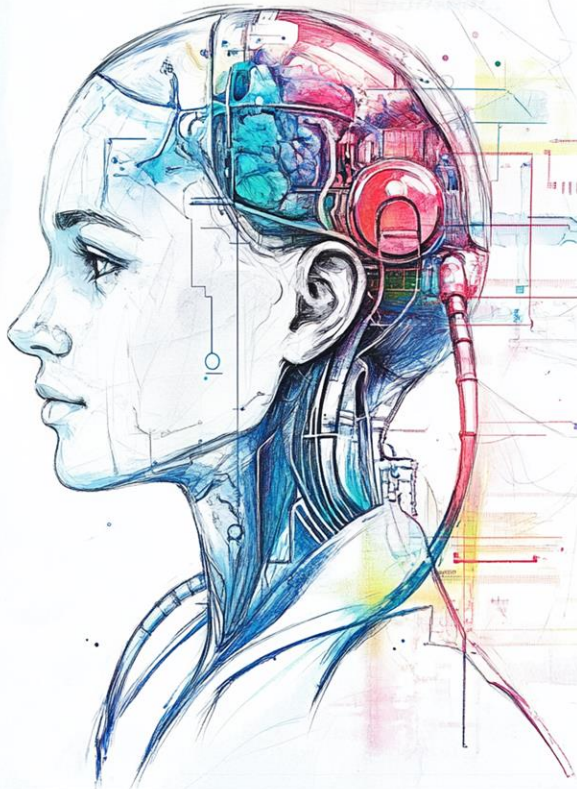
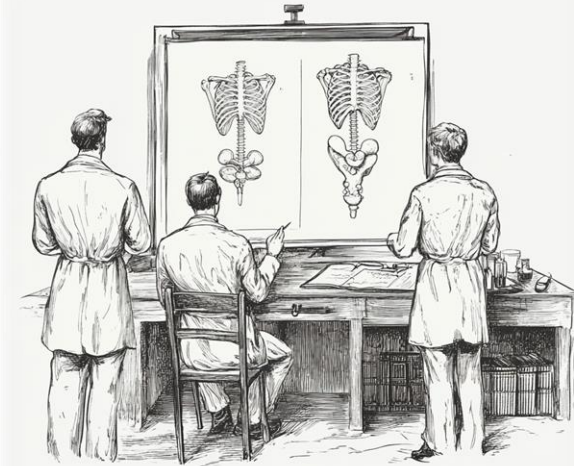
prompt: Getting older is no problem. You just have to live long enough.





# SÚČASNÝ STAV VZDELÁVANIA V MEDICÍNE

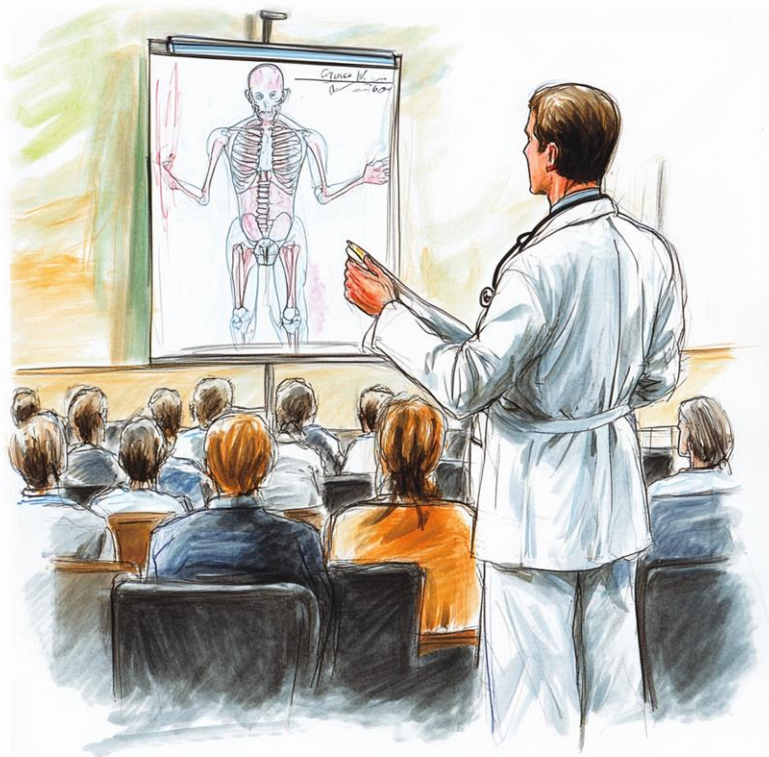
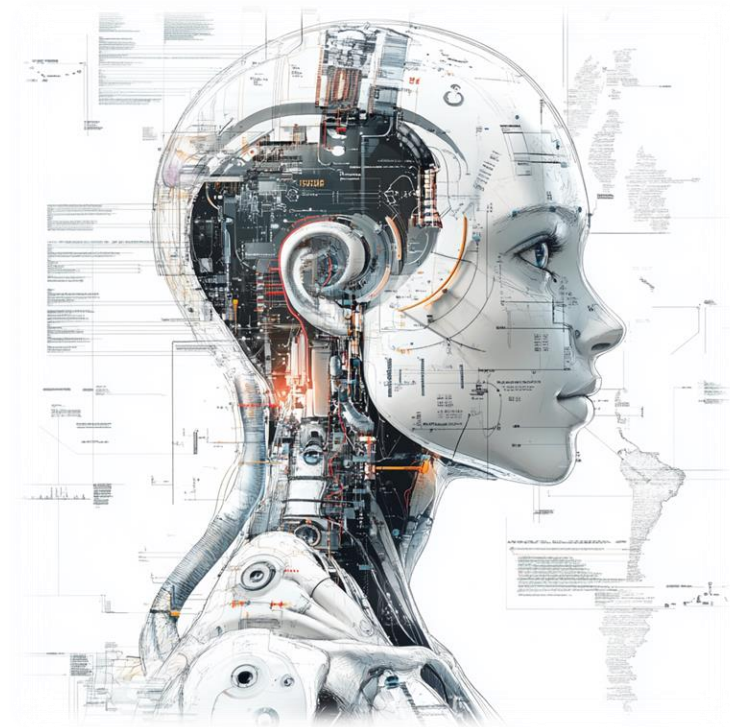
1. Nedostatok učiteľov
2. Nedostatok lekárov



# SÚČASNÝ STAV VZDELÁVANIA V MEDICÍNE

Tradičné vs. moderné metódy

1. Tradičné frontálne prednášky a ich limity
2. Potreba personalizácie a interaktivity



# SÚČASNÝ STAV VZDELÁVANIA V MEDICÍNE

Medici v Zubnom lekárstve sa už dnes  
(z pohodlnosti)  
pripravujú na skúšku cez ChatGPT.

Napriek podkladom  
(učebniciam, skriptám, video-prednáškam,  
internetu)



# UI AKO KATALYZÁTOR ZMENY

modernizácia učebných osnov ZL  
je nevyhnutná

UI zásadne mení:

- diagnostiku,
- plánovanie liečby a
- komunikáciu

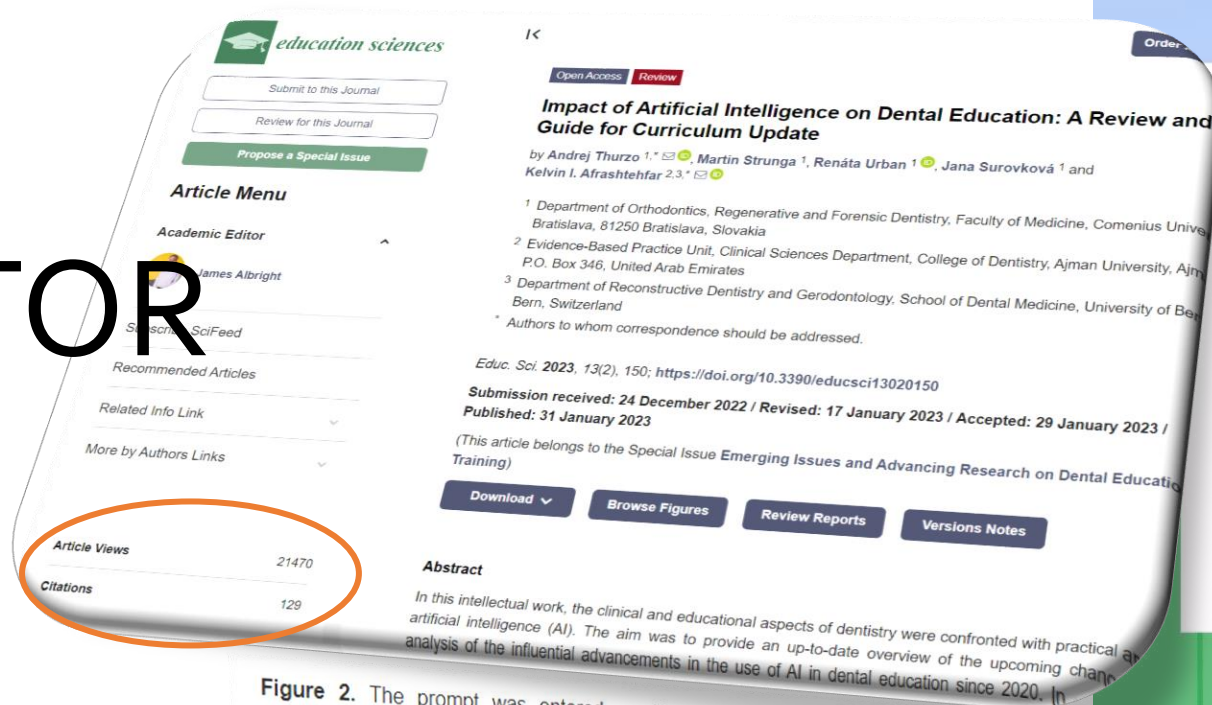
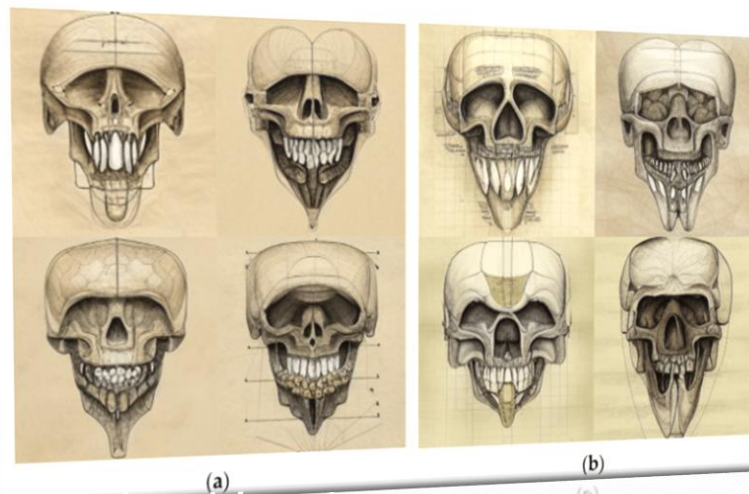


Figure 2. The prompt was entered on 12 December 2022: "/Imagine Educational schematic drawing of skull anatomy with teeth": (a) Variations of unsuccessful attempt of AI-generated image of skull end teeth; (b) Other failed attempt to AI-create schematic of skull and teeth.



# UI AKO KATALYZÁTOR ZMENY

modernizácia učebných osnov ZL pomocou umelej inteligencie  
je nevyhnutná pre budúcnosť dentálnej praxe,

keďže UI zásadne mení:

- diagnostiku,
- plánovanie liečby a
- komunikáciu s pacientmi,

čo kladie nové požiadavky na vzdelanie budúcich zubných lekárov

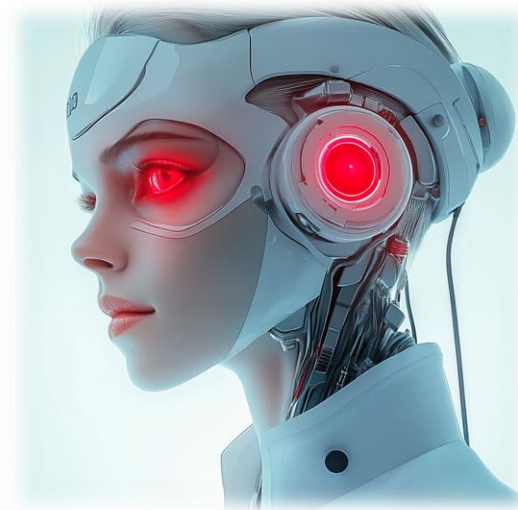
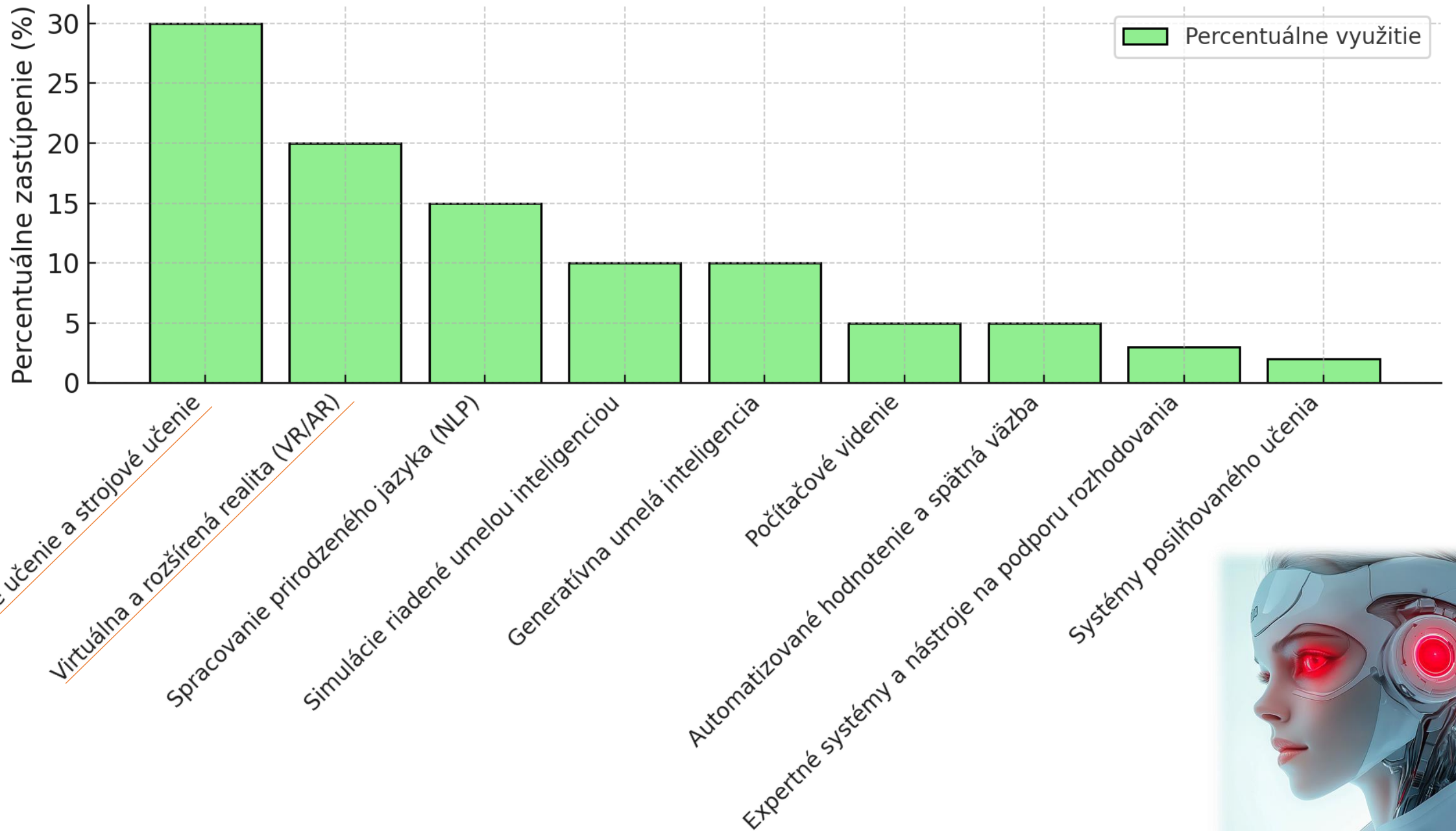


# ZASTÚPENIE AI TECHNOLOGIÍ V MEDICÍNSKOM VZDELÁVANÍ

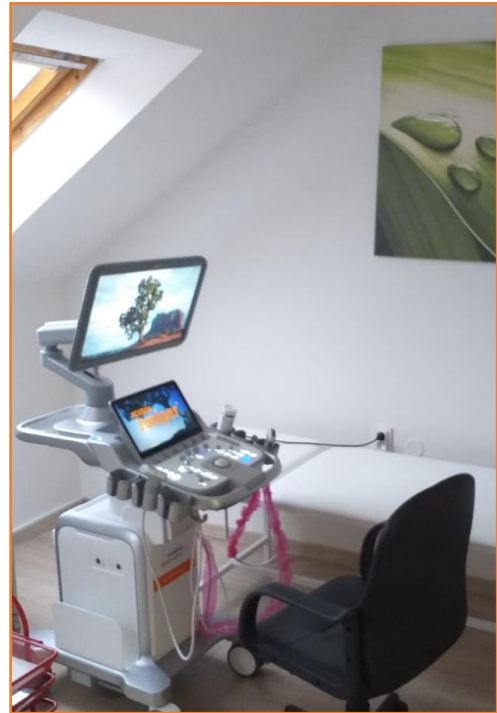
ZALOŽENÉ NA AKTUÁLNYCH TRENDCH A  
DOSTUPNÝCH ÚDAJOCH Z LITERATÚRY



# Percentuálne zastúpenie AI technológií v medicínskom vzdelávaní



# PERSONALIZOVANÉ VZDELÁVANIE A SPÄTNÁ VÄZBA



Nedostatok učiteľov a riziká „nadobúdania praktických zručností na pacientovi“, riešia:

- Interaktívne simulácie a využitie VR pre klinické scenáre
- Simulácie založené na umelej inteligencii pre nácvik rozhodovania
- AI v hodnotení vedomostí a zručností medikov/lekárov

# NAŠE REÁLNE APLIKÁCIE UI DO VZDELÁVANIA

- Čítanie RTG cez UI a Trénovanie UI pre čítanie RTG

(AI:Dental)



- Trénovanie UI virtuálnej sestry ortodontickej ambulancie

(Cognexa)



- Výučba a testovanie pomocou UI

(Opus Sapieniae - KEGA)





# UI SYSTÉM OPUS SAPIENTIAE

1. Kontrola na výstupe (overuje znalosť vedomostí)
2. Nediktuje spôsob akým študenti tieto poznatky nadobudnú
3. Posilnenie kapacít pedagogickej matrice

# INÉ ADAPTÍVNE AI/UI PLATFORMY

Najpoužívanejšie pre individuálne učenie:

## 1. Coursera:

Ponúka kurzy s adaptívnym obsahom a personalizovanými odporúčaniami pre študentov.

## 2. Knewton Alta:

Adaptívna platforma zameraná na vyššie vzdelávanie s dôrazom na personalizované učenie a spätnú väzbu.

## 3. DreamBox Learning:

Používa sa hlavne v matematickom vzdelávaní a poskytuje dynamický obsah prispôbostený schopnostiam študentov.

## 4. Duolingo:

Zamerané na učenie jazykov, prispôbuje sa rýchlosti a pokroku študenta.

## 5. Smart Sparrow:

Umožňuje pedagógom vytvárať adaptívne vzdelávacie skúsenosti s okamžitou spätnou väzbou.

## 6. ALEKS (Assessment and Learning in Knowledge Spaces):

Adaptívna platforma pre rôzne oblasti vzdelávania, používaná hlavne vo vede a matematike.

## 7. Edmentum:

Poskytuje adaptívne výučbové materiály pre K-12 a vyššie vzdelávanie, s dôrazom na individuálny pokrok.

## 8. Socratic by Google:

AI aplikácia na vzdelávanie, ktorá pomáha študentom riešiť problémy prispôbostené ich úrovni.

Najpoužívanejšie v medicínskom vzdelávaní:

**1. Lecturio:** Komplexná platforma s adaptívnymi kvízmi, video prednáškami a prispôbením obsahu na základe výkonu študentov.

**2. Osmosis:** Zameraná na medicínu a zdravotníctvo, s personalizovanými plánmi učenia a opakovania pre optimálnu retenciu vedomostí.

**3. UptoDate:** Hoci ide hlavne o klinickú referenčnú platformu, poskytuje personalizované odporúčania na základe interakcie používateľa.

**4. AMBOSS:** Platforma pre medicínskych študentov, ktorá využíva prispôbostené spätné väzby a interaktívne materiály pre prípravu na skúšky a klinickú prax.

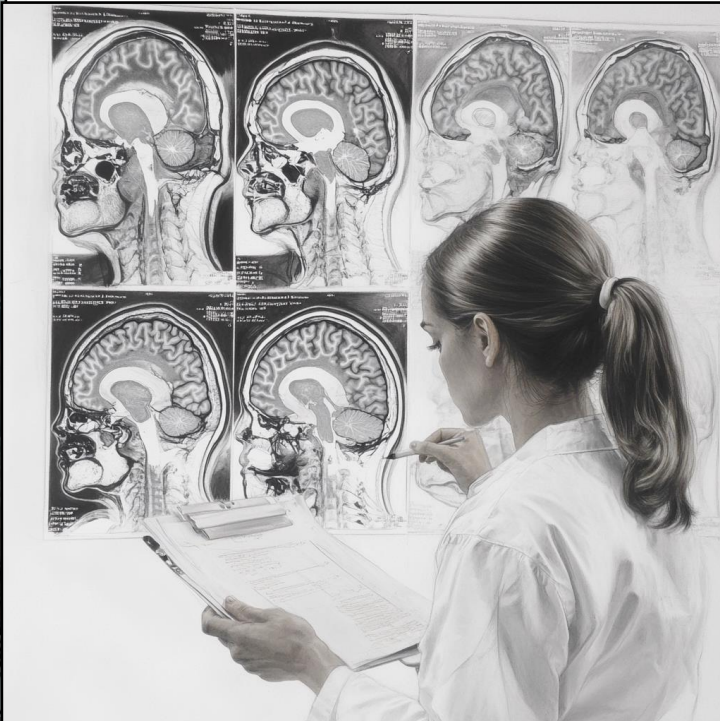
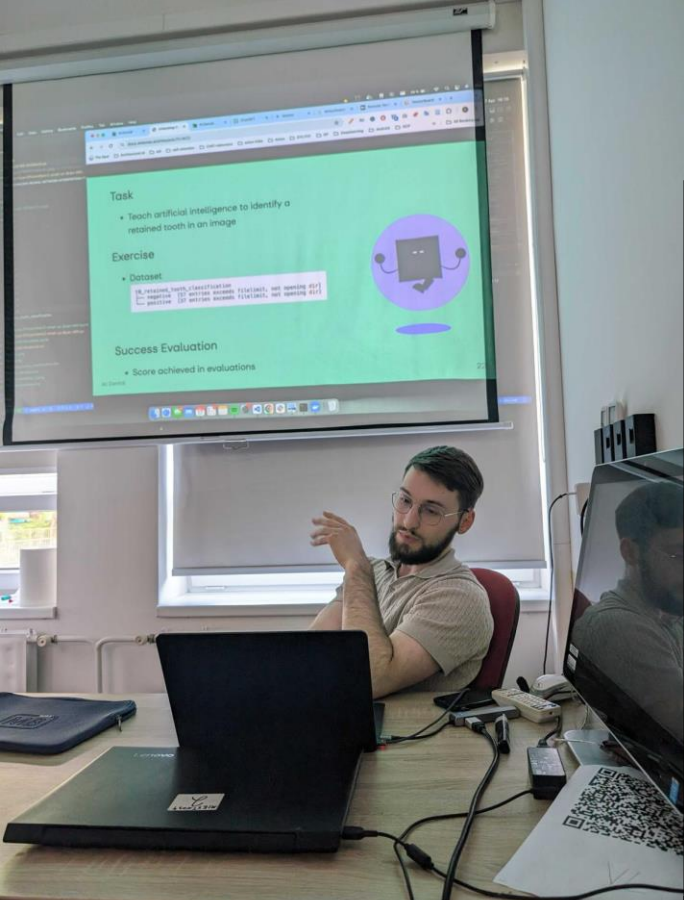
**5. QxMD Read:** Umožňuje personalizované učenie cez odporúčania relevantných článkov a klinických štúdií podľa preferencií používateľa.

**6. Ada Health:** Interaktívna aplikácia, ktorá využíva AI na simuláciu diagnostiky a prípadových štúdií pre študentov medicíny.

**7. SimTutor:** Adaptívny nástroj pre simulácie, ktorý umožňuje študentom trénovať klinické zručnosti na základe ich aktuálnych schopností.



# Anotovanie dát zubármi



## AI:Dental

```

data: a look at sample from the dataset:
  | input length in cm |  output width in cm |  P1A_Type |
  |-----|-----|-----|
  | 1 | 1.1 | 0.2 | P1A-vestita |
  | 185 | 6.3 | 2.5 | P1A-vestita |
  | 188 | 7.2 | 2.5 | P1A-vestita |
  | 189 | 6.7 | 2.5 | P1A-vestita |
  | 197 | 5.8 | 2.4 | P1A-vestita |
  (3 rows x 4 columns)

Your dataset is balanced and has the following values for:
input-variables:  38
output-variables:  38
input-output:     38
name: P1A_Type_dtypes_int64

Output values are:
input length in cm |  output width in cm |  output length in cm |  output width in cm |
|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 1.1 | 3.5 | 1.4 | 8.2 |
| 2 | 6.3 | 3.3 | 6.8 | 2.5 |
| 3 | 7.2 | 3.6 | 6.1 | 2.5 |
| 4 | 6.7 | 3.3 | 5.7 | 2.5 |
| 5 | 5.8 | 2.4 | 5.1 | 2.4 |

The output value is:
1
2
3
4
5

name: P1A_Type_new_dtypes_int64

Input format: torch.float32[10, 4] torch.float32
Output format: torch.float32[10, 4] torch.int64
The model will be running on gpu device

Begin training...
Completed training batch 1 Training loss is: 0.8984 Validation loss is: 0.8881 Accuracy is: 68 %
Completed training batch 2 Training loss is: 0.7123 Validation loss is: 0.8152 Accuracy is: 68 %
Completed training batch 3 Training loss is: 0.6260 Validation loss is: 0.8675 Accuracy is: 78 %
Completed training batch 4 Training loss is: 0.5397 Validation loss is: 0.9258 Accuracy is: 68 %
Completed training batch 5 Training loss is: 0.4535 Validation loss is: 0.2688 Accuracy is: 98 %
Completed training batch 6 Training loss is: 0.3672 Validation loss is: 0.2864 Accuracy is: 98 %
Completed training batch 7 Training loss is: 0.2809 Validation loss is: 0.3258 Accuracy is: 98 %
Completed training batch 8 Training loss is: 0.1946 Validation loss is: 0.3728 Accuracy is: 63 %
Completed training batch 9 Training loss is: 0.1083 Validation loss is: 0.2228 Accuracy is: 98 %
Completed training batch 10 Training loss is: 0.0220 Validation loss is: 0.8880 Accuracy is: 100 %
Printed training

Accuracy of the model based on the test set of 45 inputs is: 95 %
Accuracy to predict P1A-vestita: 100 %
Accuracy to predict P1A-vestitoid: 96 %
Accuracy to predict P1A-vestiginta: 90 %

Model has been converted to ONNX
Press any key to continue ...
    
```

# Tooth 15

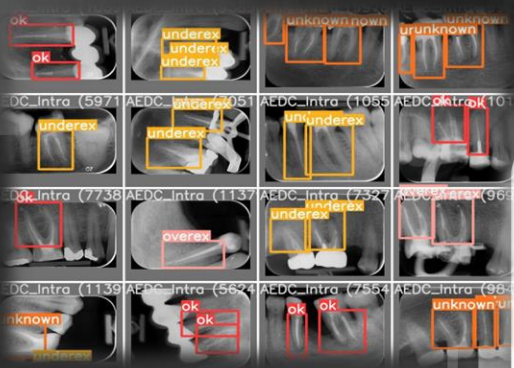
Focus: Round 7

## Findings

- Bridge Pontic
- Bridge abutment tooth
- Calculus
- Crown
- Decay
- Deciduous tooth
- FDI Correction
- Filling
- Implant
- Missing tooth
- Other
- Periapical lesion
- Pericoronal lesion
- Retained root
- Root Resorption
- Root canal obturation**
- Root decay
- Unerrupted tooth
- Nothing

## Recommendations

- Abutment tooth
- Bridge



## Root canal obturation

Homogeneity ⓘ

- Homogenous
- Non homogenous

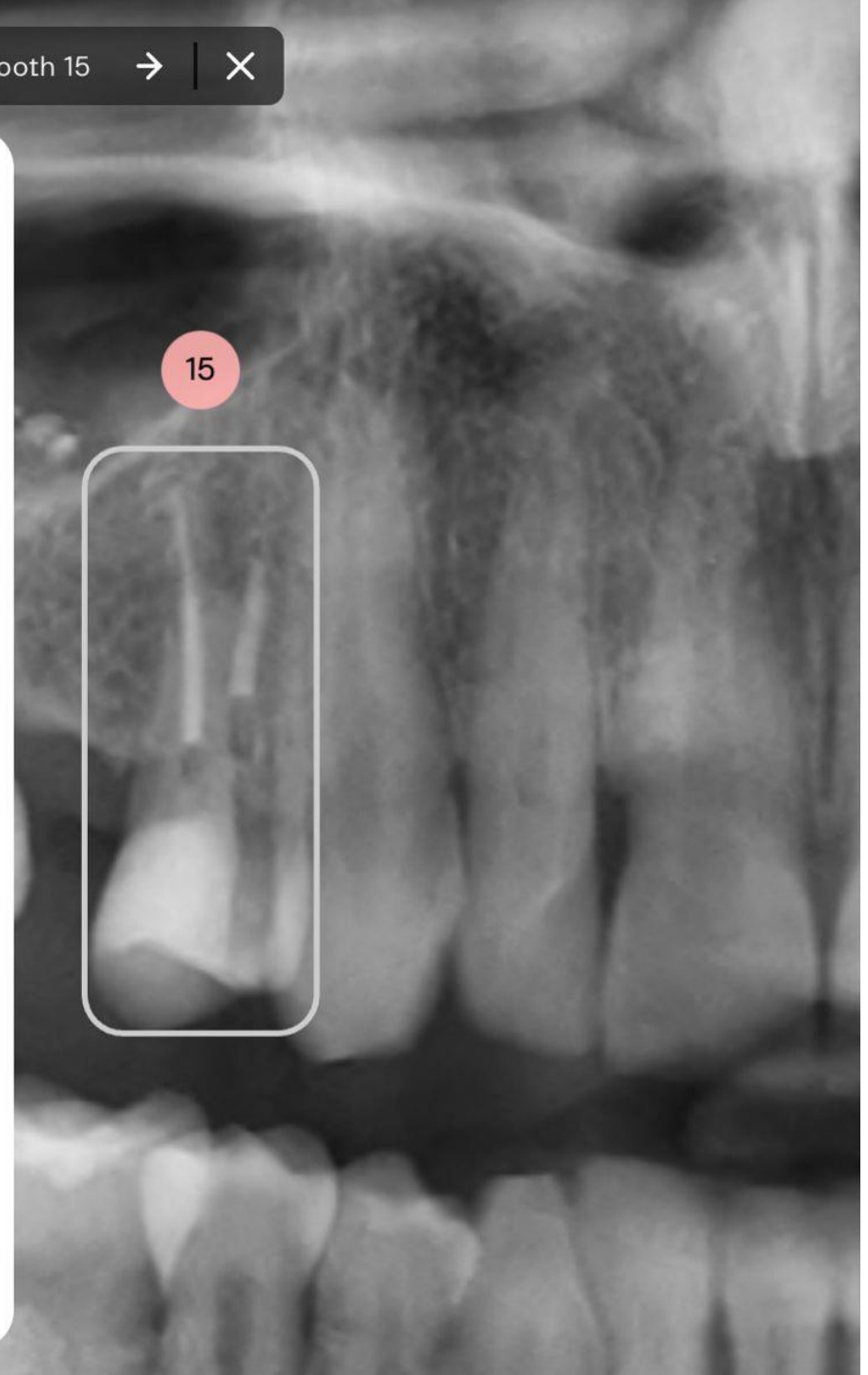
Number of Roots? ⓘ

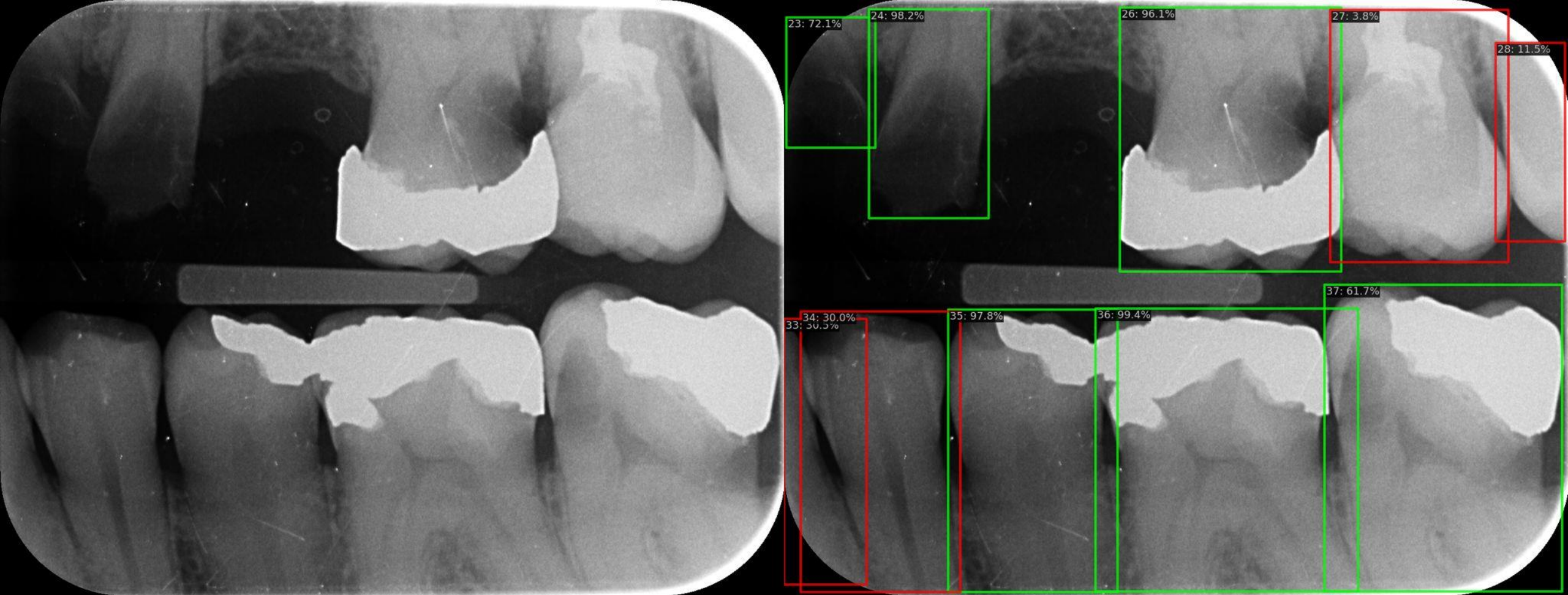
- Single-rooted
- Double-rooted**
- Multirouted

Notes

Empty text input field for notes.

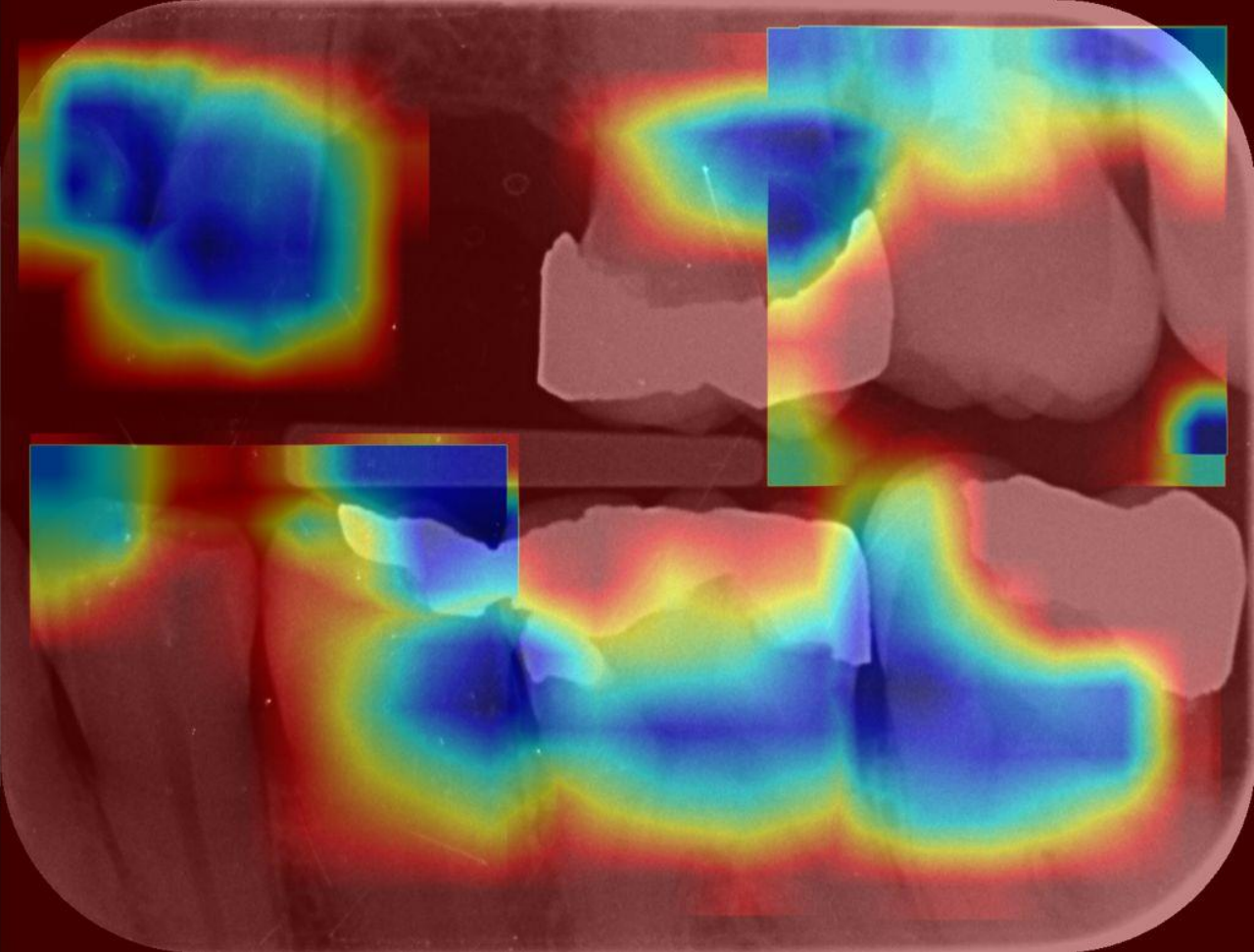
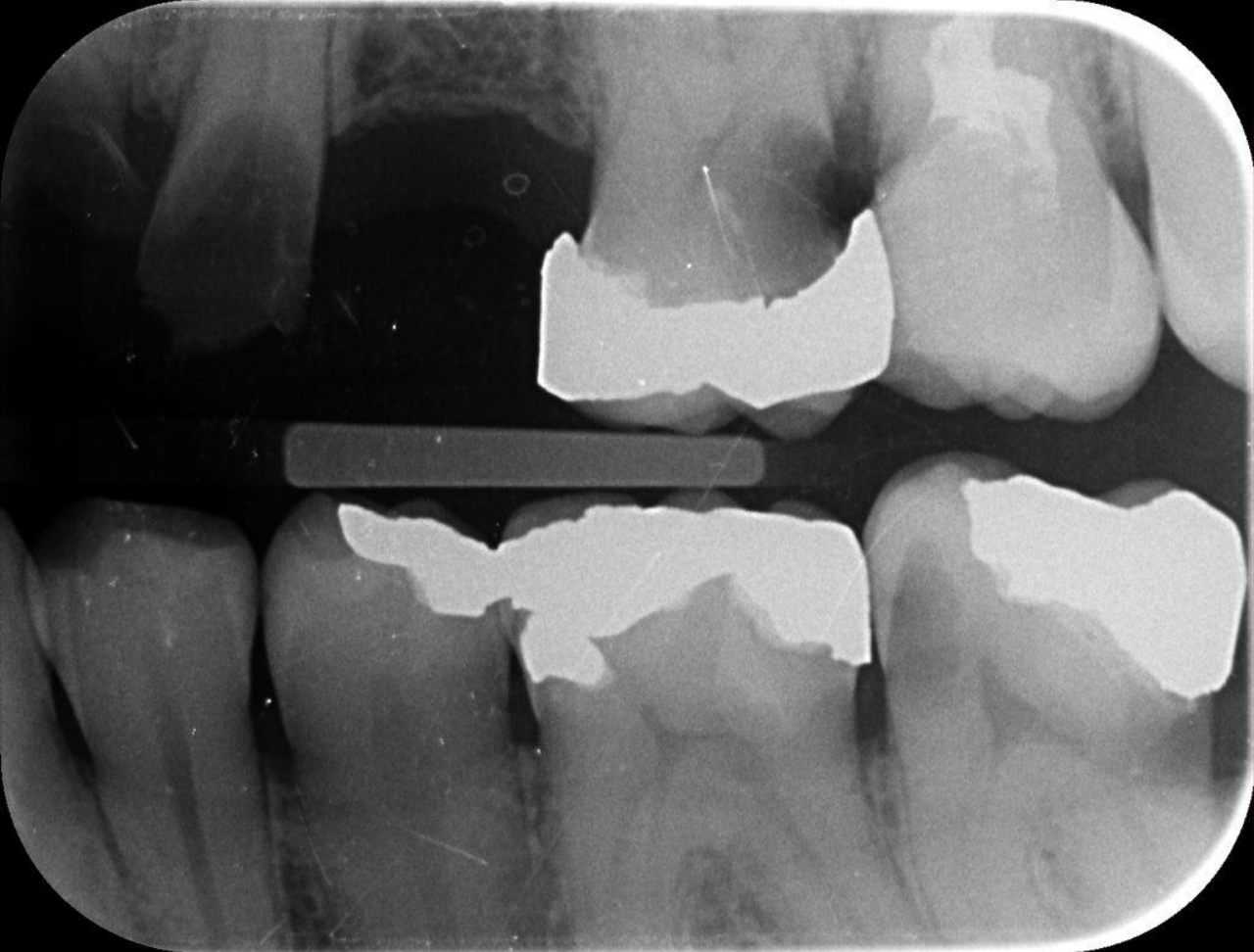
Certainty





PRE VYTRÉNOVANIE UI, KTORÁ DOKÁŽE  
ROZPOZNAŤ KAZ, TREBA NAJSKÔR...





ĽUDSKÚ (MEDIK, LEKÁR) ANOTÁCIU  
ROZPOZNANÝCH KAZOV...



# UI V PACIENTSKÝCH APLIKÁCIÁCH

- na monitorovanie správania pacientov, výrazne zlepši ich spoluprácu a zvýšiť účinnosť liečby, ktoré prispôsobujú liečebné odporúčania na základe pacientovho správania.



The screenshot shows the article page for "Artificial Intelligence in Orthodontic Smart Application for Treatment Coaching and Its Impact on Clinical Performance of Patients Monitored with AI-TeleHealth System". The page includes a sidebar with navigation options like "Submit to this Journal", "Review for this Journal", and "Propose a Special Issue". The main content area displays the article title, authors (Andrej Thurzo, Veronika Kurilová, and Ivan Varga), their affiliations, and publication details. The "Accepted" date is circled in orange. The sidebar also shows "Article Views" (7375) and "Citations" (25), both of which are circled in orange.

| Article Views | 7375 |
|---------------|------|
| Citations     | 25   |

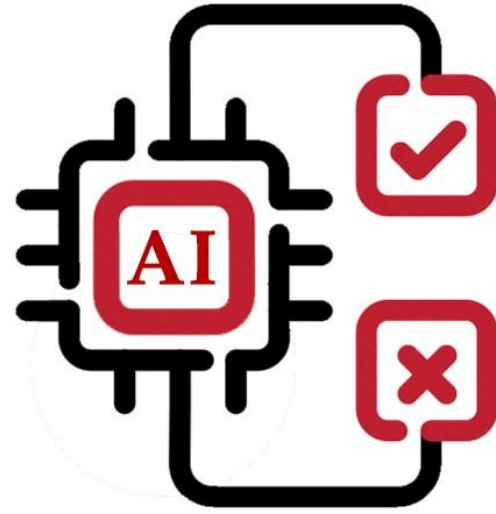
Umelá inteligencia  
apps v službách z  
lekára, posun para  
názov



COMPLIANCE  
PACIENTA MOŽNO  
VÝRAZNE POSILNIŤ  
POMOCOU IIVO  
WEARABLES



Mobile APP



Decision Tree AI  
UPDATE



Compliance



Dental  
Monitoring



Clear Aligner Therapy

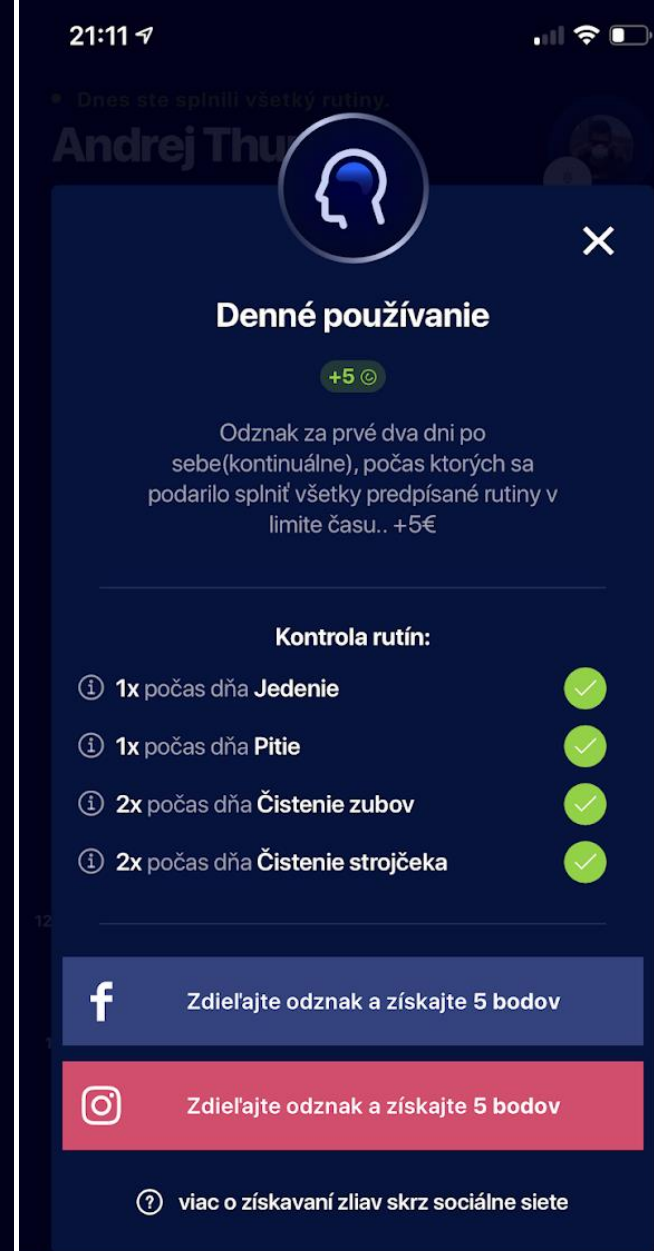
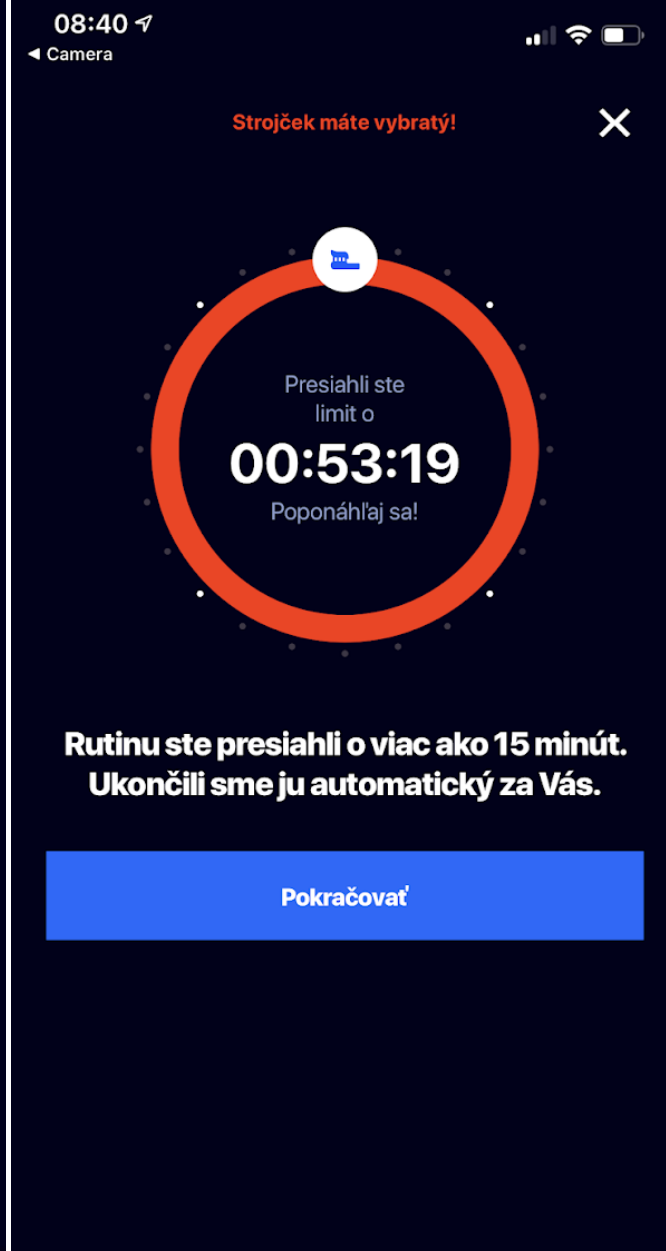
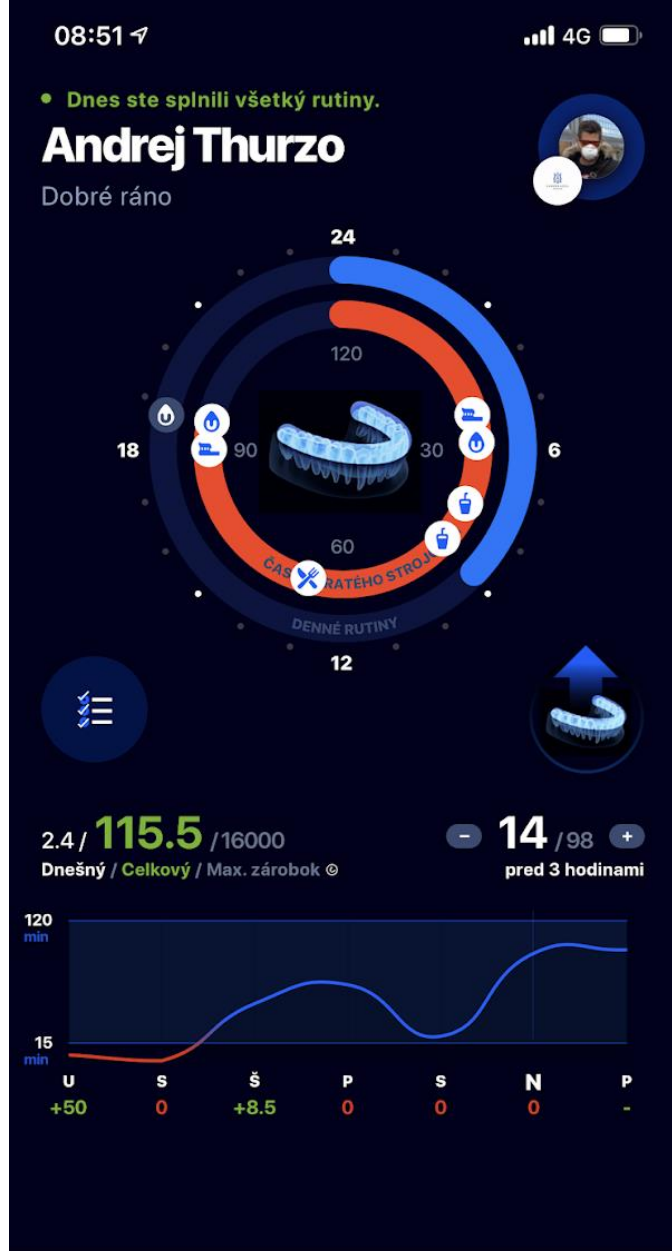


# VLASTNÉ MOBILNÉ APLIKÁCIE



StrojCHECK

StrojCHECK



# DOPAD NA PEDAGÓGOV A LEKÁROV

Výhody a výzvy pre pedagógov.  
AI uľahčí celoživotné vzdelávanie.

UI PRINÁŠA  
ZÁSADNÚ ZMENU  
NA VŠETKÝCH 4  
ÚROVNIACH

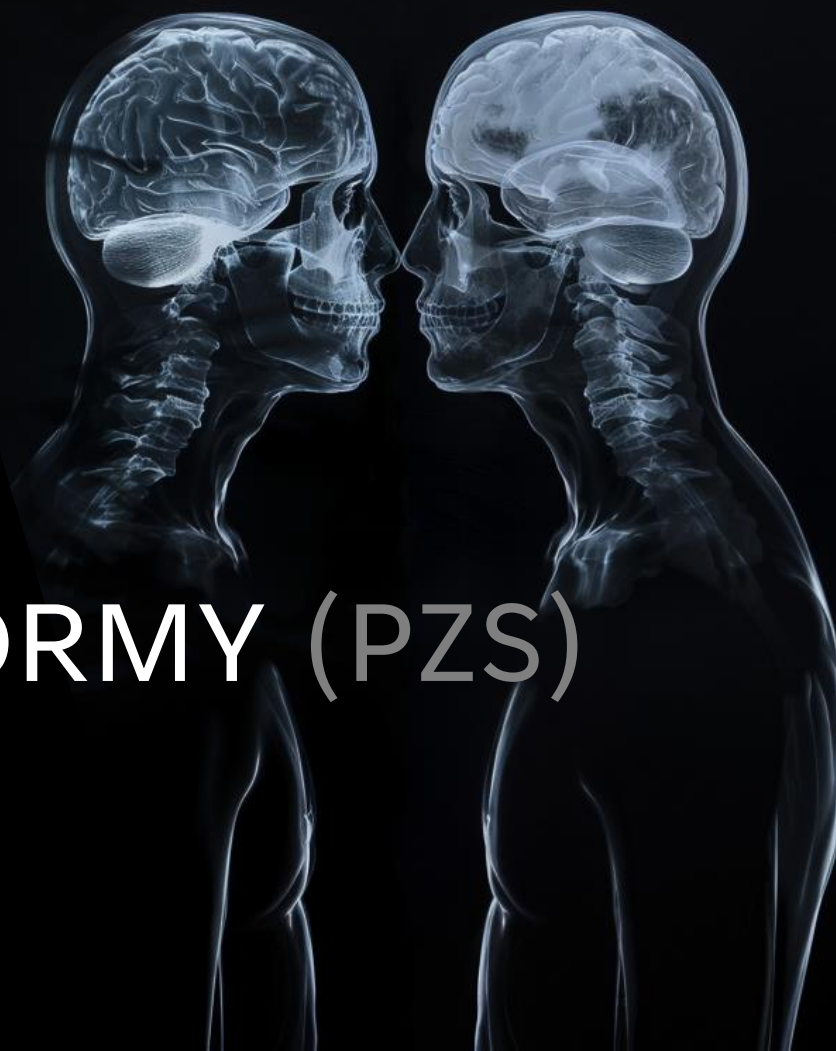


MENIA SA  
FORMY AJ OBSAH  
VO VZDELÁVANÍ





MENÍ SA  
OBSAH (POSTUPY) AJ FORMY (PZS)  
V KLINICKEJ MEDICÍNE



## OBSAH výučby

- Nové postupy v UI diagnostike
- Nové poznatky a postupy v terapii
- Nové UI technológie komunikácie



Akadémia

Klinická prax

## OBSAH výučby



## Forma výučby



- Nové formy personalizovaného vyučovania
- Adaptívne systémy,
- Virtuálni asistenti.
- Nové potreby zručností narábania s UI

Akadémia

Klinická prax

OBSAH výučby



Akadémia

Forma výučby



Postupy v praxi



Klinická prax

- Nové telemedicínske postupy
- Úplne nové formy diagnostiky
- Nové spôsoby terapie
- Nové formy komunikácie s pacientom

OBSAH výučby

Postupy v praxi

Forma výučby

Formy  
poskytovania  
starostlivosti

- Telemedicína
- AI chaty
- AI čítanie zdrav.dok.
- AI zdravotní asistenti vo wearables

Akadémia

Klinická prax





# PRIENIK UI NA LEKÁRSKE FAKULTY

do vzdelávania budúcich lekárov od  
decembra 2022

# DEKAN LFUK ZRIADIL V MÁJI 2023 PRACOVNÚ SKUPINU PRE IMPLEMENTÁCIU UI DO MEDICÍNSKEHO VZDELÁVANIA



LEKÁRSKA FAKULTA  
Univerzita Komenského  
v Bratislave



DEKAN LFUK V BRATISLAVE

prof. MUDr. Juraj Payer,  
PhD., MPH, FRCP, FEFIM

- doc. Jackuliak
- doc. Thurzo
- prof. Ostatníková
- prof. Podracká
- doc. Dallos
- prof. Mravec,
- doc. Hodosy
- MUDr. Hnilicová
- MUDr. Pekarčík
- doc. Korec
- MUDr. Tomáš Havran



# DECEMBER 2023



LEKÁRSKA FAKULTA  
Univerzita Komenského  
v Bratislave

Prvý tréning vedúcich učiteľ'ov o praktických aplikáciách UI na notebookoch



# FEBRUÁR 2024



UNIVERZITA  
KOMENSKÉHO  
V BRATISLAVE

Prvá celo-univerzitná prednáška s





Rektor Univerzity Komenského v Bratislave (ďalej len „UK“) vydáva v súlade s čl. 65 ods. 2 vnútorného predpisu č. 5/2023 Štatút UK túto smernicu.

### Preambula

UK v úsilí o neustále zlepšovanie a inovácie vo vzdelávaní, vede, výskume a v celom vysokoškolskom prostredí si uvedomuje význam umelej inteligencie ako nástroja, ktorý môže prispieť k plneniu poslania a úloh vysokých škôl. Podporujúc vzdelávanie a odbornú prípravu študentov a zamestnancov v oblasti umelej inteligencie UK dbá na zodpovedné a etické použitie nástrojov umelej inteligencie a dodržiavanie akademickej integrity, transparentnosti a spravodlivosti. Uvedomujúc si limity a riziká umelej inteligencie UK zdôrazňuje potrebu nezávislého, zodpovedného a kritického prístupu k používaniu výstupov umelej inteligencie.

### Čl. I

#### Základné ustanovenia

1. UK podporuje aktívne využívanie umelej inteligencie (ďalej len „UI“) pri vzdelávacej, vedecko-výskumnej i administratívnej činnosti.
2. Zámerom tejto smernice je reagovať na vplyv UI na akademické prostredie a zároveň formulovať pravidlá a odporúčania pre tvorivé, bezpečné, zodpovedné, etické a transparentné používanie nástrojov UI.
3. Formulácia pravidiel a odporúčaní na používanie nástrojov UI je určená predovšetkým na aplikáciu foriem generatívnej UI pri príprave a úpravách textov, možno ich však primerane aplikovať aj na iné formy generatívnej UI.
4. Pri používaní nástrojov UI musia byť dodržané pravidlá stanovené všeobecne záväznými právnymi predpismi, vnútornými predpismi UK, akademickými právami a slobodami, etickými a morálnymi zásadami. Používaním nástrojov UI v rozpore s týmito pravidlami sa možno dopustiť akademického podvodu.<sup>1</sup>
5. Pri používaní nástrojov UI je potrebné dôsledne dbať na ochranu osobnostných a autorských práv a dodržiavanie akademickej integrity.

### Čl. II

#### Pravidlá a odporúčania pre študentov

1. Nástroje UI by mali byť používané najmä ako podpora a pomoc pri štúdiu, mali by slúžiť na rozvoj a efektívne využívanie nadobudnutých vedomostí, schopností a zručností študentov.
2. Nie je prípustné používať nástroje UI na priame vypracovanie celých textov, formulovanie záverov a akýchkoľvek tvrdení, ktoré majú byť výsledkom samostatnej činnosti študenta.

<sup>1</sup> § 62b zákona č. 131/2002 Z. z. o vysokých školách a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a čl. 76 ods. 3 vnútorného predpisu č. 23/2021 Vnútorný systém zabezpečovania kvality vysokoškolského vzdelávania UK v znení neskorších dodatkov.

## Vnútorné predpisy Univerzity Komenského v Bratislave

Vnútorný predpis č. 2/2024

Smernica rektora  
Univerzity Komenského v Bratislave

k používaniu nástrojov umelej inteligencie na  
Univerzite Komenského v Bratislave



Ročník 2024



JESSENOVA LEKÁRSKA  
FAKULTA V MARTINE  
Univerzita Komenského  
v Bratislave

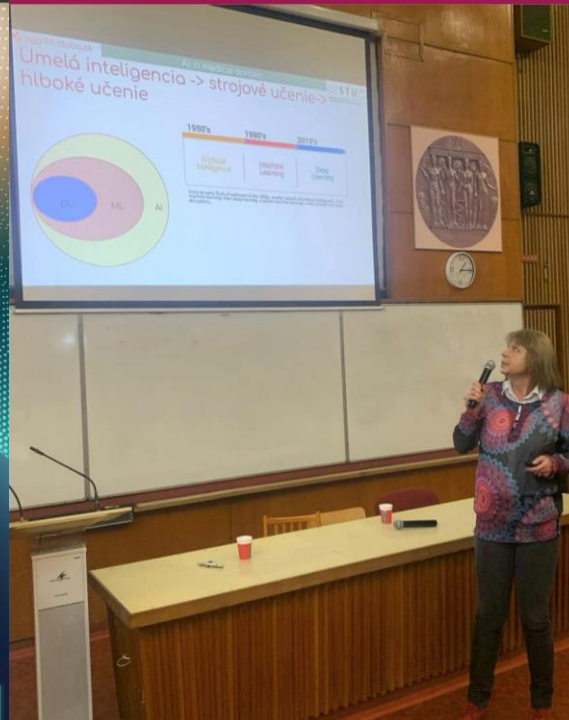
## UMELÁ INTELIGENCIA

# AKADEMICKÉ A KLINICKÉ APLIKÁCIE

- Úvod k AI nielen historicky | prof. MUDr. Dušan Meško, PhD.
- Akademické aplikácie UI pre začiatočníkov | doc. MUDr. Andrej Thurzo, PhD.
- AI & stroke - stand-alone or run together | doc. MUDr. Kamil Zelenák, PhD.

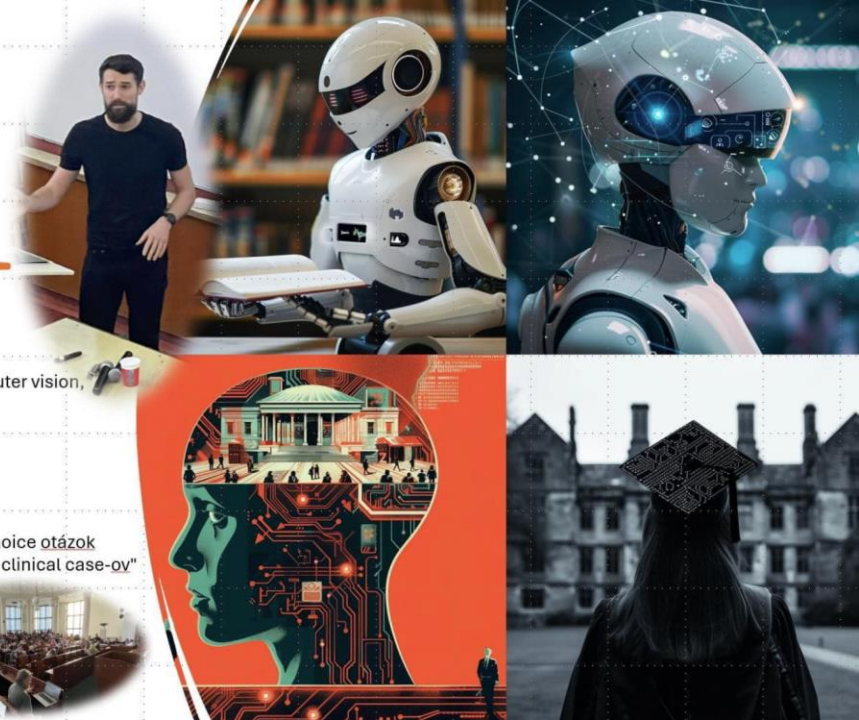
AULA MAGNA  
Malá Hora 4A, Martin

27. marca 2024 | 13:30 - 15:30 hod.



# LFUK s UI

- 11.30 Umelá inteligencia (UI) - základy, tréning.  
- **Doc. MUDr. Andrej Thurzo, PhD.**
- 12.45 AI Explainability and Interpretability, Computer vision, segmentácie a podobné témy v kontexte s  
- **Prof. Ing. Wanda Benešová PhD.**
- 13.00 Tvorba prezentácie s UI  
- **MUDr. Tomáš Havran**
- 13.30 Tvorba medicínskych testových multiple-choice otázok pomocou generatívnych modelov. „Tvorba, clinical case-oy“ z fyziológie pomocou UI  
- **Doc RNDr. Ján Bakoš, PhD.**



# ZÁVER

# VÍZIA BUDÚCNOSTI: AI AKO PARTNER VO VZDELÁVANÍ A VYŽADUJE ZÁSADNÚ REFORMU VZDELÁVANIA



- Synergia medzi AI a pedagógmi
- AI pomáha formovať budúcich lekárov
- Neskôr objektívne kontroluje kvalitu a objektivitu procesu skúšania

# AKÉ ZMENY OČAKÁVAME V NASLEDUJÚCICH 3 ROKOCH ?

- Zavádzanie hybridných programov s integrácia AI do študijných osnov
- Ústup a zánik zastaralých metód výučby
- **UI ešte viac „zmúdre“** a posilní svoju kľúčovú úlohu v analýze dát, diagnostike chorôb, personalizácii liečebných plánov a vývoji nových liekov



# ČO SA PRE LEKÁROV V ÉRE AI NEZMENÍ?

1. Interpretácia výstupov UI v kontexte pacienta so zameraním na holistickú starostlivosť, ktorá sa zaoberá fyzickým, emocionálnym, sociálnym a duchovným rozmerom.
2. Lekár ostane **budovateľom dôvery** a vzťahu: lekár-pacient
3. Potreba prispôsobovania sa rýchlemu technologickému pokroku s „mindsetom“ **celoživotného vzdelávania**
4. Potreba **interdisciplinárnej spolupráce** s oblasťami, ako je **právo, inžinierstvo a spoločenské vedy**



# ZMENY V NAJBLIŽŠEJ DEKÁDE?



- UI prevezme mnohé medicínske **kognitívne a rutinné úlohy**
- **Schopnosť pamätať si** obrovské objemy informácií, už pre lekárov nebude kľúčové
- Lekár-človek už nebude **najempatickejší ani najmúdrejší**
  
- **Doménou lekárov ostane:**
  - Nachádzanie **neštandardných nových riešení** a nových prístupov k problémom
  - Riešenie **neštruktúrovaných komplexných interdisciplinárnych problémov**

# Zhrnutie

- UI bude ešte inteligentnejšia, rýchlejšia a extrémne **integrovaná „všade“**
- Prináša zmeny, ktoré vyžadujú **zásadnú reformu vzdelávania**
- Revolučne **zmení profil potrebných zručností** v medicínskych profesiách
- **Medik dnes potrebuje pestovať:** gramotnosť aplikácií UI, adaptabilitu, kritické myslenie, kreativitu a interdisciplinaritu





Spôsoby a technológie sa menia,  
ale náš cieľ zostáva rovnaký.



ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ

[Andrej@Thurzo.sk](mailto:Andrej@Thurzo.sk)

