



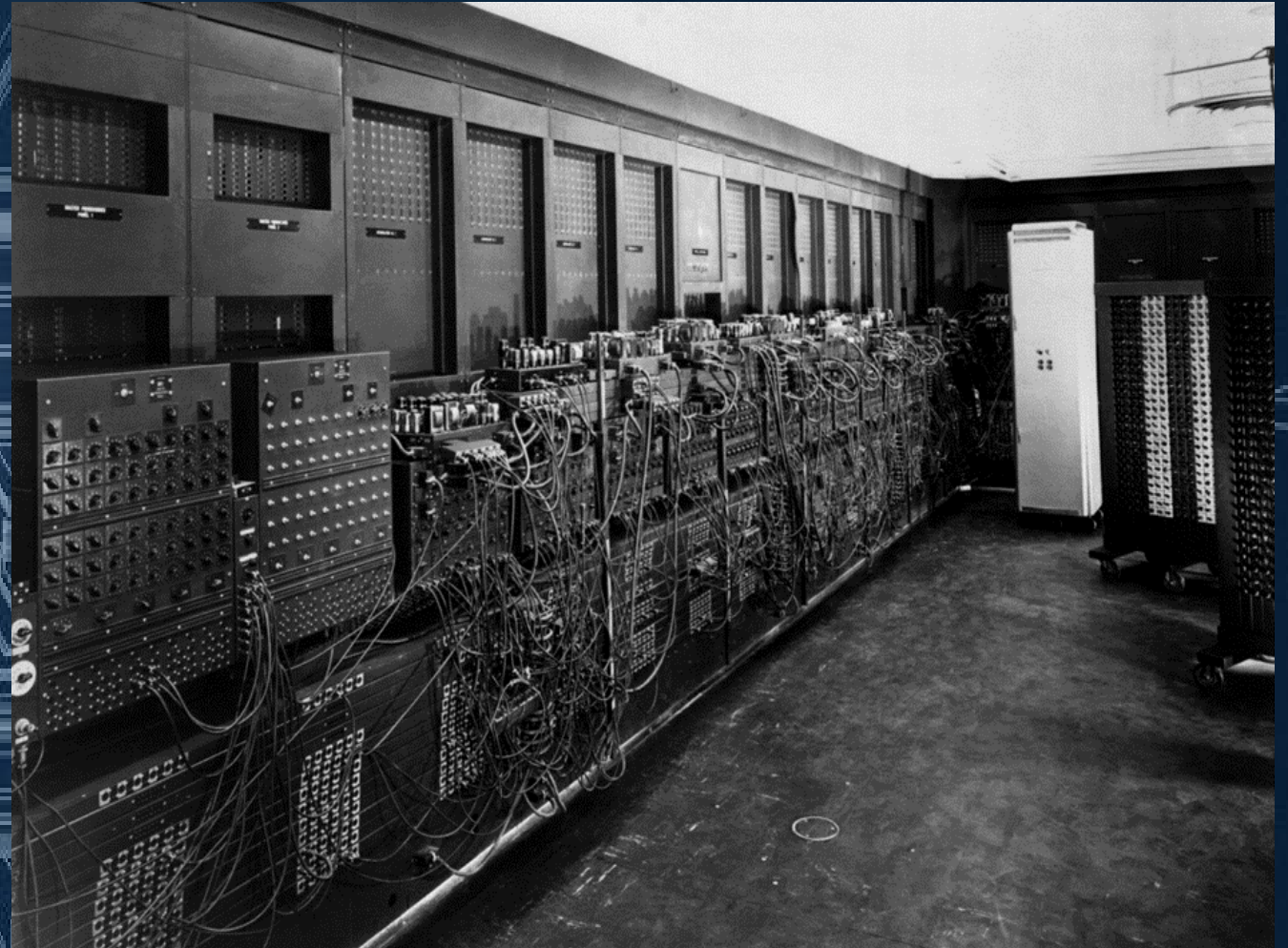
Primjena vještačke inteligencije u medicini

Prof. Dr Vesna Miranović
Medicinski fakultet
Univerzitet Crne Gore

Razvoj vještačke inteligencije

„Misleće mašine“: 30., 40., 50. godine 20. vijeka

- Neurologija: Mozak je električna mreža neurona koja se aktivira impulsima po principu „sve ili ništa“
- Kibernetička otkrića kontrole i stabilnosti u električnim mrežama
- U maju 1997. godine, Dip Blu je postao prvi računarski sistem za igranje šaha koji je pobijedio aktuelnog svjetskog šampiona u šahu, Garija Kasparova.
- ChatGPT, 2022. godine, označava ključni trenutak u javnom prihvatanju AI



Prvi programabilni računar, ENIAC, Pensilvanija, 1946. godina.

Kako funkcioniše AI?



Prednosti i očekivanja od upotrebe AI

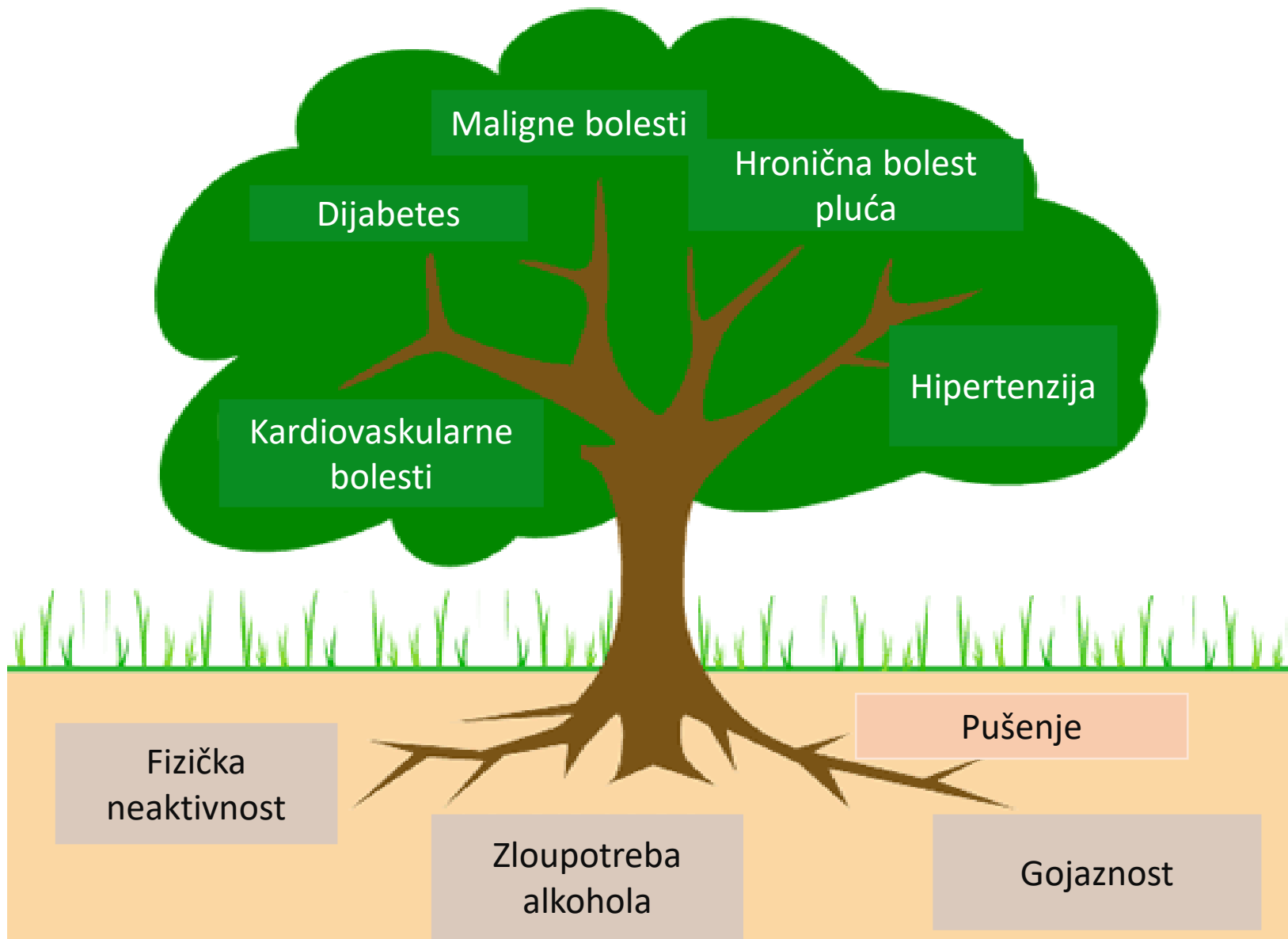
Kapacitet AI

- Analizira ogromnu količinu medicinskih podataka
- Velika brzina obrade podataka
- Prepoznaje obrasce koji ljudima promaknu
- Sposobnost da „uči“ iz rastuće količine podataka

Očekivanja od AI

- Predviđanje rizika za razvoj bolesti
- Rano otkrivanje bolesti
- Personalizovana „precizna“ terapija
- Motivacija i edukacija pacijenata

HRONIČNE NEZARAZNE BOLESTI



Primjena AI na primarnom nivou zdravstvene zaštite

Prednosti

- Elektronski zdravstveni kartoni i prepoznavanje suptilnih korelacija između simptoma, nalaza i ishoda liječenja.
- AI u funkciji prediktivne analitike
- AI u funkciji automatizacije administrativnih zadataka (vođenje medicinske dokumentacije, vođenja bilješki tokom pregleda putem govorne asistencije,...)

Očekivanja

- Rano identifikovati pacijente u visokom riziku za KVB
- Unaprijediti screening
- Personalizovati liječenje
- Podržati ljekare u donošenju odluka
- Motivisati i edukovati pacijenta putem smart mobilnih aplikacija i chatbot asistenata kroz ohrabrivanje zdravih navika
- Globalni trendovi sa lokalnim specifičnostima

Gojaznost

Primarna prevencija na nivou populacije

- Promocija zdrave ishrane i fizičke aktivnosti
- Identifikacija i savjetovanje osoba sa prekomjernom težinom

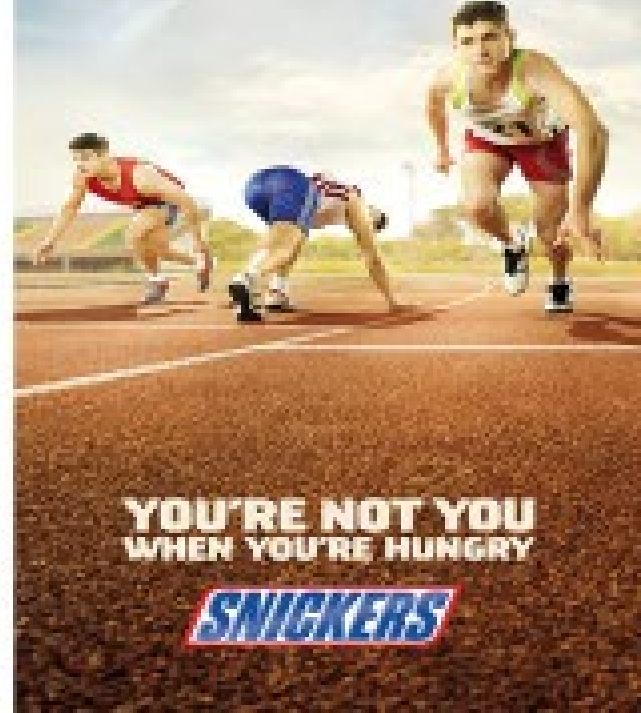
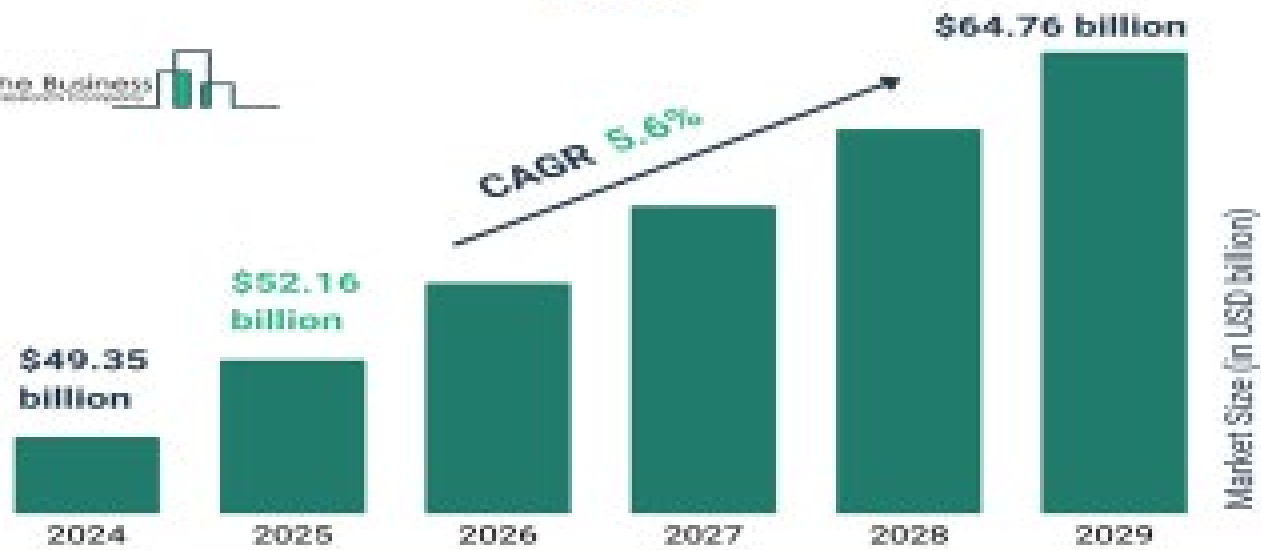
Borba na ličnom nivou

- Izuzetno teška
- Zahtjeva suštinsku promjenu životnog stila
- Izuzetno visok nivo ponovnog povrata težine



Sugar Confectionery Global Market Report 2025

The Business Research Company



AI i gojaznost



„Smart“ ishrana i praćenje aktivnosti

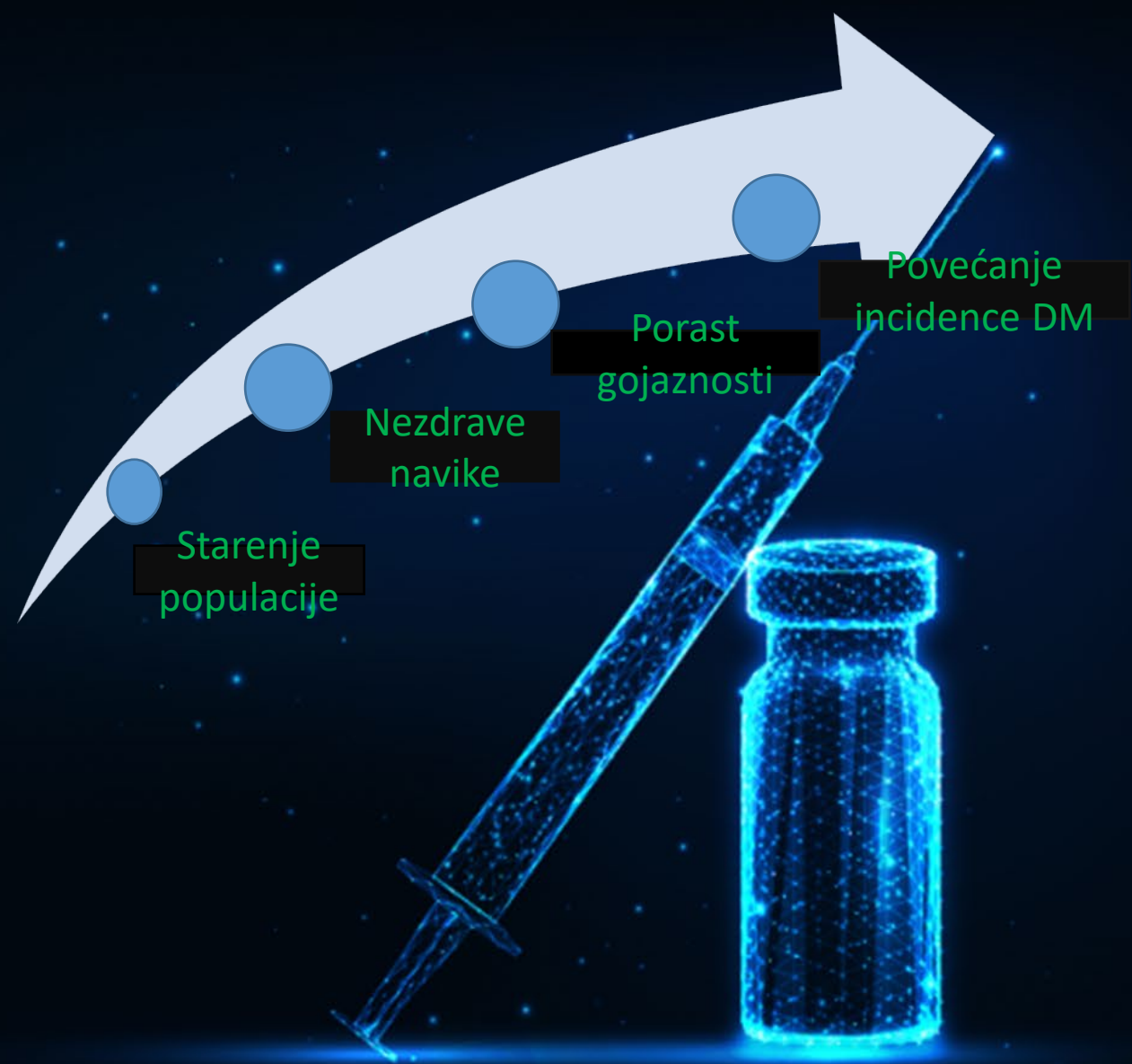
- „Computer vision“ aplikacije
- Smart watches i telefoni za monitoring fizičke aktivnosti
- "Just-in-time" intervencije
- Personalizovana ishrana i planovi treninga, personalizovane dijetе
- Kontinuirana podrška i podučavanje

Karakteristike Chatbot Asistenta

- Uvijek dostupan
- Nikada ljut zbog uznemiravanja
- Prilagođen korisniku
- Motiviše bez osuđivanja
- Koristi tehnike „igrifikacije“
- Podstiče kompetitivnost

Diabetes mellitus i AI

- Prediktivni modeli rizika za DM (EKG!!!)
- Personalizovane intervencije i monitoring pacijenata (kontinuirani monitoring nivoa glikemije)
- AI chatbot algoritmi za smanjenje težine
- Rana dijagnostika komplikacija



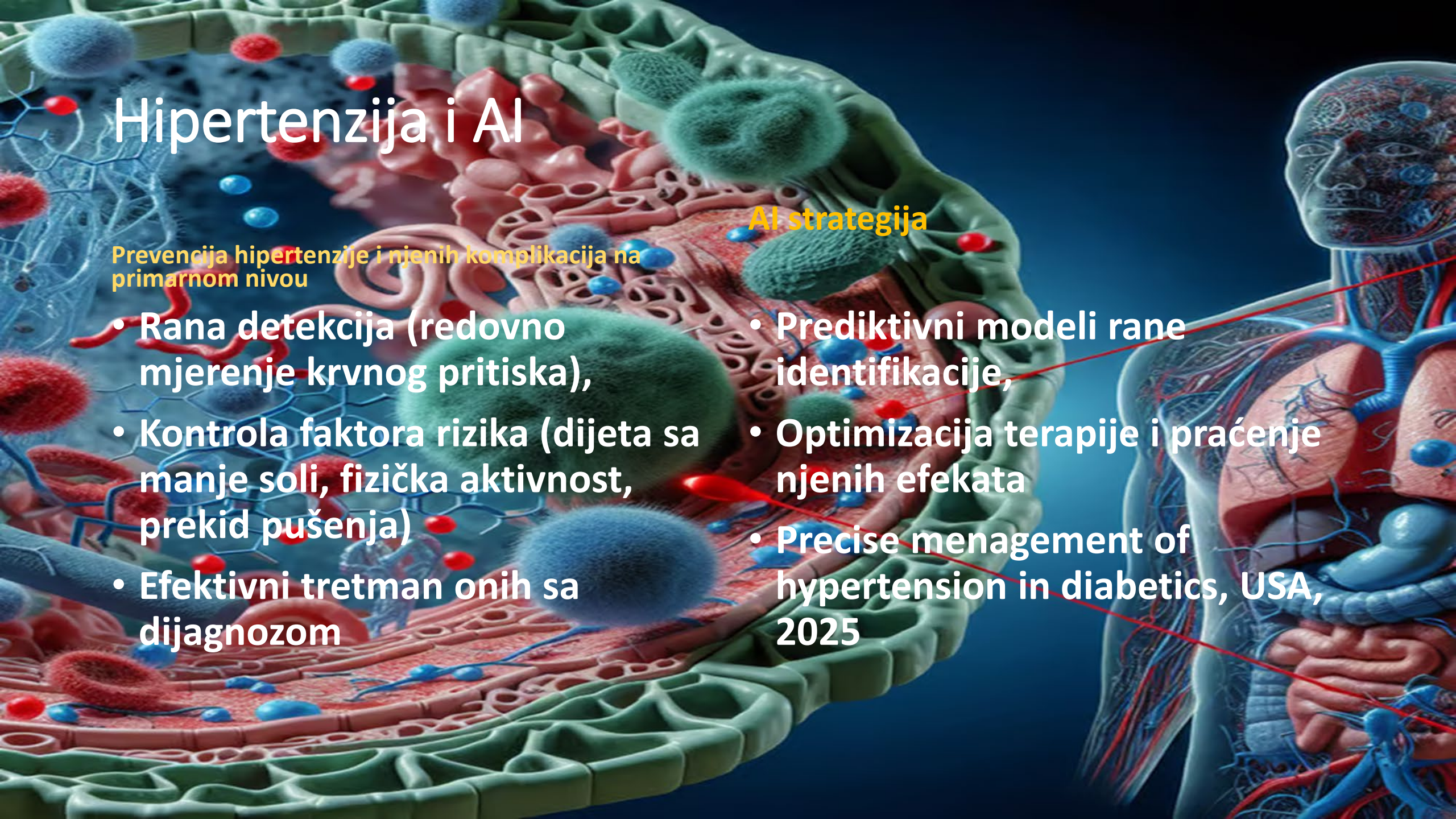
Hipertenzija i AI

Prevenција hipertenzije i njenih komplikacija na primarnom nivou

- Rana detekcija (redovno mjerenje krvnog pritiska),
- Kontrola faktora rizika (dijeta sa manje soli, fizička aktivnost, prekid pušenja)
- Efektivni tretman onih sa dijagnozom

AI strategija

- Prediktivni modeli rane identifikacije,
- Optimizacija terapije i praćenje njenih efekata
- Precise management of hypertension in diabetics, USA, 2025



Kardiovaskularne bolesti i AI

Prevenција KVB – kontrola širokog spektra faktora rizika

KVB i AI

- Visok krvni pritisak, DM, dislipidemija, pušenje, gojaznost, stres i fizička neaktivnost
- Na primarnom nivou zdravstvene zaštite koriste se različiti skorovi za procjenu rizika (SCORE2, Framingham ili QRISK)

- Unaprijeđenje modela rizika („igla u plastu sijena“, pregled retine)
- Poligenski skorovi rizika
- Identifikacija atrijalne fibrilacije

Slabe tačke

Nedovoljna validacija
Moguća pristrasnost
Nedostatak ishoda kliničkih studija

Upotreba AI u proizvodnji lijekova

Tradiconalna proizvodnja lijekova

- Spora, skupa, visoka stopa kliničkih neuspjeha

AI

- Prenamjena postojećih lijekova
- Identifikacija lijekova iz velikih biblioteka lijekova
- Posebna kategorija algoritama omogućava pristup hemijskom prostoru sa preko 10^{60} farmakološki aktivnih jedinjenja

Nove tehnologije i AI

- Prevaziđeni životinjski modeli
- Zakon o modernizaciji Food and Drugs Agency (FDA) u SAD, 2022. godine:
- Testiranje na kulturama ljudskih ćelija (organoidi)
- Testiranje na ljudskim organima odbijenim za transplantaciju

Sumirana očekivanja od AI

- Rana identifikacija uz pomoć AI visokorizičnih pojedinaca iz grupe HNZZ po zajedničkom obrascu: analizom velikih i višeslojnih skupova podataka, algoritmi mašinskog učenja mogu detektovati suptilne znakove ili kombinacije faktora koji prethode punoj kliničkoj manifestaciji bolesti.
- Unaprijeđenje skrininga i ranog otkrivanja bolesti.
- Personalizacija intervencija i samonjega pacijenata po principu „P4 medicine“: prediktivna, preventivna, personalizovana, participativna
- Unaprijeđeno pridržavanje preporuka i angažman pacijenata
- Potencijal rasterećenja ljekara i sistema
- Globalni trendovi uz lokalne posebnosti

Tehnološki izazovi u primjeni AI

- Kvalitet i reprezentativnost podataka (nedostatak geografske raznolikosti, prenosivost, fine-tuning)
- Algoritamska pristrasnost (žene, tamnopusiti, promovisanje pravednosti)
- Tehnička infrastruktura i integracija



Organizacija i radni procesi – prihvatanje AI od strane korisnika

- 
- Otpor prema promjenama i povjerenje korisnika (alarm fatigue, user friendly, transparentan – explainable AI, ne oduzima autonomiju ljekaru)
 - Promjena uloga zdravstvenog osoblja (sluge algoritma, Đorđo Parisi)
 - Interdisciplinarna saradnja

Etičke dileme u primjeni AI

WHO (2021) etički principi primjene AI

- Autonomija, dobrobit i bezbjednost, pravda (jednakost), odgovornost, transparentnost i održivost.
- Od početka ulaska u AI projekte usvojiti nabrojane elemente kodeksa ponašanja: od faze dizajna (tzv. Ethics by design, koga uključiti, čijim se potrebama baviti) do faze implementacije (kako trenirati osoblje, kako komunicirati s pacijentima).
- WHO: AI mora biti „human-centric“ – orijentisan na čovjeka

1. Privatnost i povjerljivost podataka

- Pacijent ne smije biti sredstvo za dobijanje podataka, već partner koji razumije i saglasan je s tim kako se njegovi podaci koriste
- Princip minimalne dovoljnosti: uzimati onoliko podataka koliko je stvarno potrebno za medicinsku korist
- Anonimizacija je standardna tehnika – modeli se treniraju na podacima lišenim identiteta
- Rukovanje podacima podrazumjeva i uspostavljanje strogih protokola sajber sigurnosti

Etičke dileme u primjeni AI

2. Autonomija pacijenata i pristanak na AI vođene intervencije

- Pacijent treba da zadrži pravo da odlučuje o svom tijelu i zdravlju, a AI to ne smije da ugrozi.
- Pacijent ne želi da mu AI šalje preporuke
- Cilj: osnaživanje, ne paternalizam

Participativnost

3. Transparentnost i objašnjivost algoritama

- Transparentnost gradi povjerenje: ljudi lakše prihvataju nove tehnologije ako nisu obavijene velom misterije (Explainable AI, black-box fenomeni)
- Nova dilema: ako se od AI traži previše objašnjivosti, može doći do usporavanja napretka ili onemogućavanja korištenja veoma moćnih dubokih modela u zamjenu za slabije ali objašnjive

Etičke dileme u primjeni AI

4. Sigurnost pacijenata i odgovornost

- Pravna odgovornost je na ljekarau, AI alati savjetodavni
- Ako ljekar slijepo vjeruje AI, a ispostavi se da je njegovo povjerenje u alat bilo neosnovano, ljekar će biti taj koji odgovara za propust.
- Na tom principu je zasnovan i tzv. fail-safe mehanizam: ako AI chatbot detektuje nejasnoću ili situaciju van svog dometa, preporučuje razgovor sa zdravstvenim radnikom



Pravna „siva zona“

Etičke dileme u primjeni AI

5. Pravni i regulatorni okvir za AI u medicini

- Aktivno se raspravlja o konceptu “odgovornosti algoritma”, koja je, zasada, podijeljena: proizvođač softvera bi trebalo da odgovara za tehničke greške (bugovi, loše treniranje), dok ljekar odgovara za primjenu u konkretnoj situaciji.
- Ako pacijenti i javnost steknu utisak da se greške AI “provlače” bez odgovornosti, to može narušiti povjerenje u cijeli zdravstveni sistem.
- Etičari su odlučni u mišljenju da delegiranje moralno teških odluka mašini ne oslobađa ljude krivice ili odgovornosti.



Opšta uredba o zaštiti podataka Evropske Unije (GDPR)

- 
- Strogi zahtjevi za obradu ličnih podataka, a zdravstveni podaci su eksplicitno svrstani u osjetljive kategorije s pojačanim mjerama zaštite.
 - Podaci se prikupljaju samo u jasno definisane svrhe, uz minimalan obim (načelo minimizacije), te da se ne čuvaju duže nego što je potrebno, a za šta je potreban informisani pristanak za obradu podataka
 - Pravo pacijenta na uvid u svoje podatke i na objašnjenje odluka donesenih automatizovano.
 - Član 22 GDPR: Pacijent ima pravo i da odbije da bude predmet isključivo automatske odluke koja proizvodi pravne ili druge značajne efekte po njega – što u praksi znači da kod ozbiljnih odluka (postavljanje dijagnoze, propisivanje terapije) mora postojati ljudska intervencija.
 - GDPR predviđa vrlo visoke kazne za kršenje odredbi (do 20 miliona € ili 4% godišnjeg globalnog prihoda kompanije, zavisno šta je veće).
 - GDPR ima ekstrateritorijalni domet – odnosi se i na organizacije van EU ako obrađuju podatke građana EU. To znači da globalne tehnološke kompanije koje nude AI zdravstvene usluge (poput aplikacija za praćenje zdravlja, telemedicine i sl.) moraju biti u skladu sa GDPR regulativom

19:43

9

NEZAVISNE DNEVNE NOVINE
INFORMER

**KAMERE
UŽIVO**



PLANETA

ZABAVA

MAGAZIN

DŽET SET



SLAVA

AUTOMOBILI

VLADIMIR PUTIN

VREMENSKA PROGNO

OFANZIVA **BONUSA** **REGISTRUJ SE**

PLANETA

Redakcija planete
Novinar

06.12.2025 | 23:20



VESTI

**Mask se hitno oglasio posle
kazne Evropske unije: Vas treba
ukinuti! Novi rat Amerike i
Evrope na pomolu**



Evropski Akt o vještačkoj inteligenciji (EU AI Act)

- Globalni standard za regulaciju AI (2024)

- AI sistemi se kategorizuju po nivoima rizika koje nose za prava i bezbjednost ljudi.
- Visokorizični AI sistemi (u koje spada i većina medicinskih AI alata, poput onih koji se koriste za dijagnozu ili trijažu pacijenata) moraće ispuniti čitav niz zahtjeva i obaveza prije nego budu odobreni za upotrebu na EU tržištu:
- Stroga testiranja na tačnost i robustnost, detaljnu dokumentaciju o načinu rada (tako da su nadležni organi upoznati sa algoritmom), obezbjeđenje ljudskog nadzora u kritičnim tačkama, provjere na pristrasnost (algoritam se mora testirati da li daje nepravedno različite rezultate za različite grupe ljudi) i mehanizme izvještavanja o incidentima

Primjena AI u medicini iz filozofske perspektive

Deontološka etika

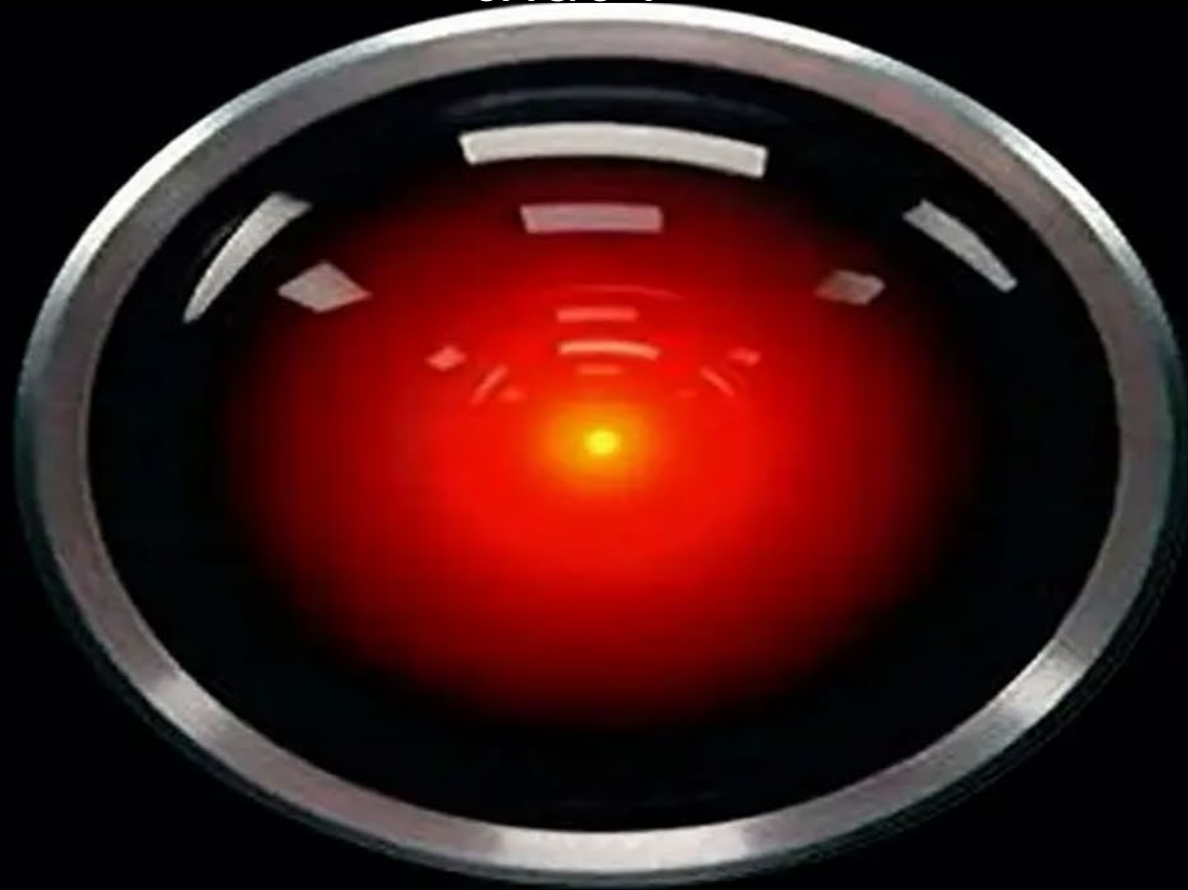
- Moralnost neke radnje ne zavisi u prvom redu od njenih posljedica, već od toga da li je ona u skladu s moralnim pravilom ili dužnošću
- Čak i ako bi AI statistički poboljšao ishode, njegova upotreba ne bi bila moralno prihvatljiva ukoliko bi kršila neko od ovih osnovnih pravila ili instrumentalizovala pacijente.

Utilitarizam

- Ocjenjuje moralnost djela isključivo na osnovu njenih posljedica zasnovan na principu "najveća sreća najvećeg broja"
- Utilitarista je generalno naklonjen inovacijama koje statistički poboljšavaju zdravstvene ishode na nivou populacije

AI osnažuje taj balans: tehnologija donosi efikasnost što približava utilitarističkom optimumu, ali društvo mora postaviti granice kako efikasnost ne bi anulirala temeljna ljudska prava, gdje nastupa djelovanje deontološke korekcije.

Hall 9000 to Dave: "I'm sorry, Dave, I'm afraid I can't do that."



*Stanley Kubrick,
„2001: A Space Odyssey“, 1968*