

Corrected QT interval assessment: artificial intelligence versus physician

Určovanie korigovaného QT intervalu: umelá inteligencia verzus lekár

Ján Šuba ml., Martin Dúbrava

I. klinika geriatric LFUK a UN Bratislava, Nemocnica akad. L. Déreza, Bratislava, Slovenská republika

Šuba J, Dúbrava M. **Corrected QT interval assessment: artificial intelligence versus physician.** Cardiology Lett. 2026;35(3):146–154

Abstract. *Background:* Quantification of the corrected QT interval (QTc) is of major importance for risk stratification of torsades de pointes and arrhythmogenic sudden cardiac death, particularly when QTc exceeds 500 ms.

Aim: The aim of the study was to compare QTc interval assessment between the widely available multimodal AI assistant ChatGPT version 5.2 “Thinking”, the specialized AI application PMcardio, automated ECG device measurement, and physician measurement.

Patients and Methods: The analysis included 115 anonymized 12-lead electrocardiograms from hospitalized patients. The mean age was 80.8 years, and 58.3% were women. Using a standardized methodology, QT and RR intervals were determined and the QTc interval was subsequently calculated using Bazett’s formula. Agreement of the above methods with physician measurement was evaluated by Bland–Altman analysis.

Results: QTc interval was assessable in 105 recordings analyzed by ChatGPT, whereas all 115 recordings were assessable with PMcardio and physician measurement. ChatGPT showed the lowest agreement with the physician, with wide variability and evidence of proportional bias. PMcardio and the ECG device achieved substantially closer agreement with physician measurements.

Conclusion: A broadly available multimodal AI model demonstrated substantial variability in measurements and therefore cannot yet be considered sufficiently robust for independent QTc assessment in clinical practice. In contrast, specialized AI tools appear more promising. Physician measurement remains essential. Fig. 6, Tab. 3, Ref. 15, on-line full text (Free, PDF), www.cardiologyletters.sk

Keywords: artificial intelligence – electrocardiography – QT interval – QTc

Šuba J, Dúbrava M. **Určovanie korigovaného QT intervalu: umelá inteligencia verzus lekár.** Cardiology Lett. 2026;35(3):146–154

Abstrakt. *Východiská:* Kvantifikácia korigovaného QT intervalu (QTc) má zásadný význam pri stratifikácii rizika torsades de pointes a arytmogénnej náhlej srdcovej smrti, najmä pri QTc > 500 ms. Meranie QT intervalu je len zdanlivo jednoduché.

Cieľ: Cieľom práce bolo porovnať určovanie QTc intervalu medzi všeobecne dostupným multimodálnym AI asistentom ChatGPT vo verzii 5.2 „Thinking“, špecializovanou AI aplikáciou PMcardio, automatizovaným meraním elektrokardiografickým (EKG) prístrojom a lekárskeym meraním.

Súbor a metodika: Analýza zahŕňala 115 anonymizovaných 12-zvodových elektrokardiogramov hospitalizovaných pacientov. Ich priemerný vek bol 80,8 roka; ženy tvorili 58,3 %. Zjednotenou metodikou boli stanovené QT a RR intervaly a následne vypočítaný QTc interval podľa Bazettovho vzorca. Zhoda uvedených metód s lekárskeym meraním bola hodnotená Blandovou-Altmanovou analýzou.

Výsledky: QTc interval bol hodnotiteľný pri 105 záznamoch analyzovaných pomocou ChatGPT, s použitím aplikácie PMcardio a pri meraní lekára bol hodnotiteľný pri všetkých záznamoch. Najnižšiu zhodu s lekárom a širokú variabilitu s proporčným skreslením vykazoval ChatGPT. PMcardio a EKG prístroj dosiahli podstatne tesnejšiu zhodu s meraním lekára.

Záver: Všeobecne dostupný multimodálny AI model mal výraznú variabilitu meraní a preto ho zatiaľ nemožno považovať za dostatočne robustný na samostatné určovanie QTc v klinickej praxi. Naopak, špecializované AI nástroje sa javia ako sľubnejšie. Meranie lekára má stále zásadný význam. Obr. 6, Tab. 3, Lit. 15, on-line full text (Free, PDF), www.cardiologyletters.sk

Kľúčové slová: umelá inteligencia – elektrokardiografia – QT interval – QTc

Východiská

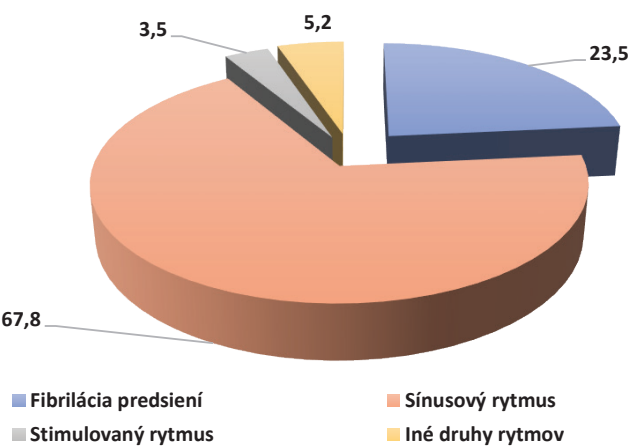
V ostatných mesiacoch a rokoch pozorujeme rýchlo rastúcu dostupnosť a používanie umelej inteligencie (AI, artificial intelligence) v mnohých odvetviach ľudskej činnosti vrátane medicíny. V zdravotníctve je už dnes k dispozícii množstvo aplikácií využívajúcich niektorý z veľkých jazykových / multimodálnych modelov (LLM, Large Language Model; LMM, Large Multimodal Model). Tieto systémy dokážu spracúvať a generovať text (pri multimodálnych aj obrázkov, video, alebo audio) a viesť s používateľom zmysluplnú konverzáciu. Medzi široko dostupné aplikácie patria aj multimodálne systémy, napríklad produkt ChatGPT (od spoločnosti OpenAI), alebo modelová rodina Gemini (od Google) (1). Modely v pozadí týchto asistentov sú „natrénované“ rozsiahlym množstvom dát a ich cieľom je dávať odpovede, ktoré sú pre používateľa nápomocné. Výstupy generujú na základe mnohovýrovnostného pravdepodobnostného modelovania rozsiahlych dátových súborov. Keďže sú tieto systémy schopné pracovať s obrazovými dátami, sú schopné rozpoznať aj elektrokardiografickú (EKG) krivku, identifikovať jej časti a interpretovať namerané hodnoty (2). Spoľahlivosť výstupu však, samozrejme, závisí od kvality vstupu, metodiky a validácie. Dnes máme okrem týchto všeobecne komerčne dostupných aj užšie zamerané AI aplikácie trénované robustnými medicínskymi dátami

(3) vrátane takých produktov, ktoré sa špeciálne venujú popisu a interpretácii elektrokardiogramu (EKG).

Potreba a opodstatnenosť správneho určovania QTc intervalu v klinickej praxi internistu, kardiológa, geriatra, ale vo svojej podstate všetkých odborností, je zjavná. Prolongácia QTc intervalu (LQT, long QT), najmä tzv. signifikantná (nad 500 ms) (4), výrazne zvyšuje riziko rozvoja polymorfnej komorovej tachykardie zvanej „torsades de pointes“ (TdP), ktorá v nemalom percente prípadov degeneruje do fibrilácie komôr. Ak nedôjde k včasnej defibrilácii, následkom je arytmogénna náhla srdcová smrť (5). Preto správne odmeranie QT intervalu, jeho matematická korekcia na QTc a správna interpretácia QTc vzhľadom na referenčné medze sú predpokladmi na zníženie rizika náhlej srdcovej smrti. Ak je odhalená signifikantná prolongácia QTc, mala by byť samozrejmosťou následná diferenciálna diagnostika možných príčin (okrem iného elektrolytové dysbalancie, liekmi indukované LQT, vrodené LQT syndrómy), snaha o ich ovplyvnenie a prevencia náhlej smrti (6).

Strojové meranie QT

Publikácie venujúce sa počítačovej automatizácii alebo algoritmickej merania QT intervalu a iných súčastí EKG krivky siahajú do 60-tych rokov 20. storočia (7). Tieto



Obrázok 1 Percentuálne zastúpenie rytmov

metódy sa časom výrazne spresňovali až do nedávnych čias (6, 8). Napriek tomu boli zaťažené chybami a nepresnosťou, najmä pri interpretácii nepravidelne nepravidelných rytmov (ako fibrilácia predsiení), stimulovaných rytmov a EKG záznamov s artefaktmi. Tieto algoritmické počítačové metódy dodnes poznáme z „automatických“ interpretácií, ktoré nám EKG prístroje vytlačia spolu so samotným EKG. Medzi problémy týchto počítačových meraní a interpretácií patrí aj nedostatok štandardizácie definícií a kalibrácie prahových hodnôt medzi výrobcami EKG prístrojov (9).

S rozmachom AI v podobe strojového učenia a „hlbokého“ strojového učenia na báze tzv. hlbokých neurónových sietí sa v posledných 3 – 4 rokoch meranie a interpretácia EKG parametrov stali presnejšími, schopnými odfiltrovať chyby, ktoré robili klasické počítačové algoritmy (10). Medzi najproblematickejšie časti EKG patrí práve meranie QT intervalu (11) (nielen pre algoritmy, ale aj pre lekára, dokonca i kardiológa – elektrofyziológa).

V roku 2025 boli publikované viaceré práce prezentujúce vysoko presné výsledky merania QTc s použitím hlbokého strojového učenia (11, 12, 13), ktorých spoľahlivosť prekonáva meranie človekom. Tieto modely však nevyužívajú všeobecne dostupné LMM, ale špeciálne adaptované modely (napríklad nástroj PMcardio). Práce so staršími verziami ChatGPT ukázali, že tieto „neupravené“, všeobecne dostupné AI produkty, sú síce schopné merať intervaly EKG krivky, no meranie a interpretácia QT/QTc patria medzi ich slabšie stránky (14, 15).

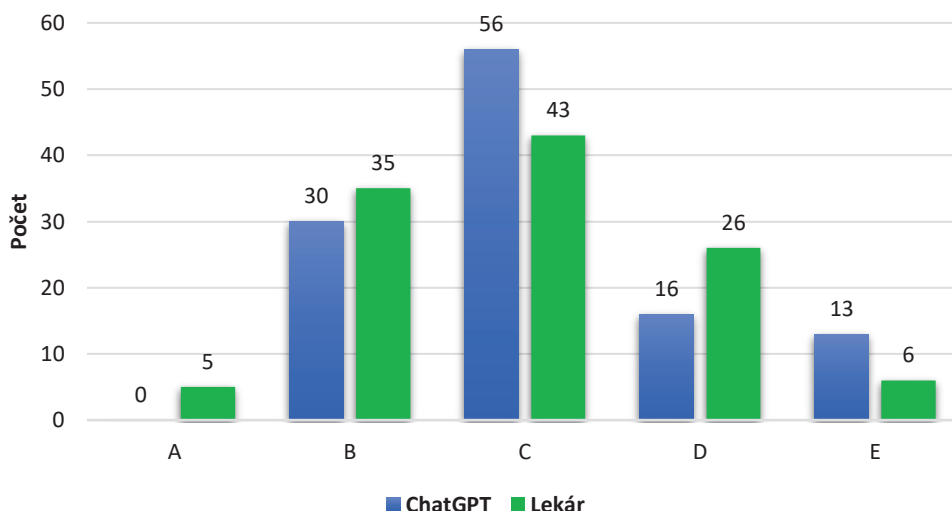
Cieľ práce

Cieľom našej práce bolo porovnať výsledky určenia QTc intervalu medzi EKG prístrojom, všeobecne dostupným všestranným AI produktom ChatGPT, špecializovanou AI aplikáciou PMcardio na jednej strane, s lekársym meraním na strane druhej. Cieľom teda nebolo porovnávať interpretačné schopnosti AI, cieľom bolo porovnať výsledky v konkrétnej úlohe – meraní QTc.

Metódy

V retrospektívnej štúdii sme hodnotili prvý štandardný pokojový 12-zvodový EKG každého pacienta z hospitalizácie na našej klinike v januári a februári 2026. Išlo o 115 pacientov s priemerným vekom 80,8 roka (medián 81,0 roka; medzikvartilové rozpätie 75 – 87 rokov), z ktorých 58,3 % tvorili ženy. Takmer 68 % bolo v sínusovom rytme a v drivej väčšine EKG (87 %) nebol rozšírený QRS komplex. Deskriptívne charakteristiky súboru sumarizuje **tabuľka 1**. Sledovali

Tabuľka 1 Deskriptívne charakteristiky súboru			
	Merania lekárom a PMcardio	Merania ChatGPT	Merania EKG prístrojom
Počet meraní (n)	115	105	72
Vek – priemer (roky)	80,8	81,0	81,2
– medián (roky)	81,0	81,0	81,5
– IQR (roky)	12	12	13
Ženy (n, %)	67 (58,3 %)	63 (60 %)	33 (45,8 %)
Muži (n, %)	48 (41,7 %)	42 (40 %)	39 (54,2 %)
Nepredĺžené QRS (n, %)	100 (87,0 %)	86 (81,9 %)	60 (83,3 %)



Obrázok 2 Hodnotenie kvality EKG záznamu lekárom a ChatGPT

sme pohlavie a vek pacientov, EKG rytmus (fibrilácia predsiení, sínusový rytmus, stimulovaný rytmus alebo iný) (**obrázok 1**), prítomnosť predĺženia QRS komplexu (pri kompletnej ramienkovej blokáde alebo komorovom stimulovanom rytme). QTc sme merali štyrmi metódami a to nasledovne.

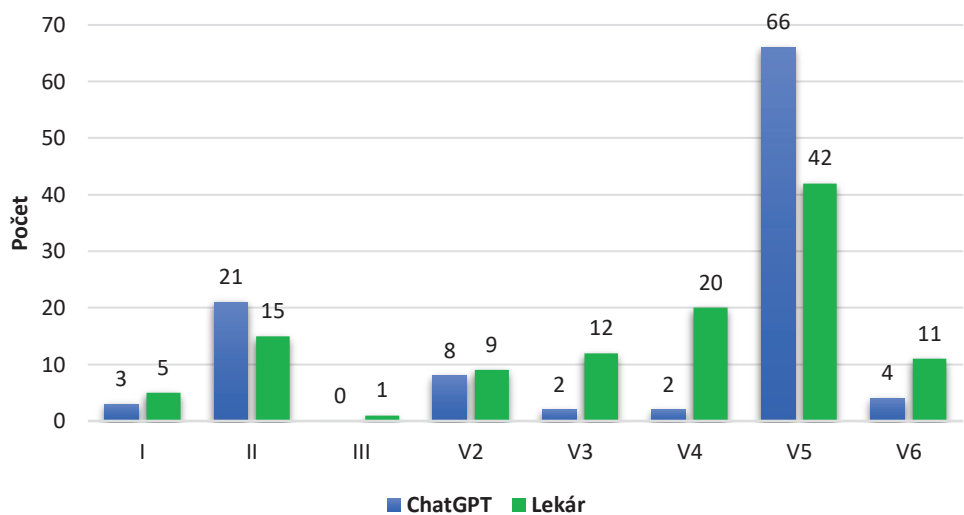
EKG sme naskenovali, na skenoch sme anonymizovali osobné údaje a odstránili hodnoty namerané EKG prístrojom, takže okrem EKG kriviek ostala viditeľná len milimetrová sieť, ciachovanie voltáže (10 mm/mV) a rýchlosti posunu papiera (25 mm/s).

„Osobný asistent“ ChatGPT vo vývojovej verzii 5.2, v platenej verzii „Plus“, nastavený v „Thinking“ móde, prostredníctvom zjednoteného zadania („promptu“), rovnakého pre všetky analyzované EKG, dostal za úlohu zmerať QT a RR intervaly. Súčasťou zadania ďalej bolo, aby ChatGPT posúdil hodnovernosť svojho merania vzhľadom na technickú kvalitu / čitateľnosť EKG (napríklad pre šum, unduláciu izolínie, plochosť T vln) a ohodnotil ju na škále od A po E, kde A predstavovalo nespochybniteľné meranie pri vysokokvalitnom, dobre čitateľnom zázname a E znamenalo záznam nepoužiteľný na spoľahlivé meranie QT. Hodnotenie kvality EKG lekárom a ChatGPT uvádzame na **obrázku 2**. Súčasťou promptu bol aj pokyn uviesť, ktorý zvod ChatGPT použil na meranie QT intervalu.

EKG sme ďalej posúdili špecializovanou aplikáciou vybavenou AI modelovaním – **softvérom PMcardio**

pre jednotlivcov (jeho Core AI ECG Model, verzia 2.0). Do jeho nastavenia sme nevedeli vstúpiť, aplikácia k nameraným hodnotám QT a RR intervalov neposkytuje posúdenie hodnovernosti. Pre zaujímavosť uvádzame, že PMcardio má na korekciu QT prednastavený „Framinghamský“ lineárny vzorec. V PMcardio nebolo možné zistiť ani preferovaný zvod na meranie QT.

Lekár zmeral RR a QT intervaly, posúdil kvalitu EKG záznamu na škále A až E a uviedol zvod, v ktorom meranie vykonal. Lekár meranie QTc vykonával nasledovne. Preferované zvody pre meranie boli II, V5, V6, ak v nich pre artefakty alebo amplitúdu T vln nebolo meranie možné, tak sa vykonalo v ktoromkoľvek inom zvode; frekvenciu použitia zvodov pri meraniach QTc intervalu lekárom a ChatGPT uvádzame na **obrázku 3**. Pri pravidelnej akcii srdca lekár stanovil RR interval a QT interval (od prvej definovateľnej časti QRS komplexu – teda od začiatku Q alebo R kmitu – po koniec vlny T, stanovený pomocou tzv. dotyčnicovej metódy). Pri nepravidelnej akcii srdca (či už v dôsledku fibrilácie predsiení alebo extrasystólie) RR interval určil na základe spriemerovania RR v šesťsekundovom intervale a QT meral len v takom QRS-T segmente, ktorý zodpovedal spriemerovanému RR. Riziko skreslenia merania lekárom vplyvom AI merania sme minimalizovali časovým odstupom (vyše týždňa) medzi spracovaním dát nameraných ChatGPT a meraniami lekára. Zaslepenie komparátora (lekára) voči PMcardio



Obrázok 3 Zvody preferované na meranie QT – porovnanie ChatGPT s lekárom

bolo zabezpečené tak, že najskôr lekár vykonal svoje merania a až potom použil a PMcardio.

Pri všetkých troch metódach merania QT a RR intervalov sme vypočítali QTc pomocou Bazettovho vzorca.

Finálne sme zaznamenali automaticky **EKG prístrojom** namerané hodnoty RR, QT a QTc. Tie boli dostupné na 62,6 % záznamov (v závislosti od toho, či personál vytlačil EKG s automatickým popisom alebo bez neho). Ani v tomto prípade sme nevedeli určiť zdrojový zvod použitý na automatické meranie, ani prístrojom „vnímanú“ technickú kvalitu záznamu.

Pre ChatGPT bolo hodnotiteľných 105 záznamov (z pôvodných 115 boli vyradené tie, ktorým ChatGPT odmietol stanoviť akékoľvek hodnoty s odôvodnením kvality záznamu „E“). Pre lekára aj aplikáciu PMcardio boli hodnotiteľné všetky EKG (n = 115). EKG prístrojom boli zmerané hodnoty QT a QTc podľa Bazetta v 72 prípadoch.

Hodnoty QTc sme následne porovnávali párovou Blandovou-Altmanovou analýzou zhody oproti lekárovi ako komparátorovi: tak vznikli porovnania meraní ChatGPT vs. lekár, PMcardio vs. lekár; EKG prístroj vs. lekár. Blandova-Altmanova analýza bola použitá, pretože oproti bežnejšie používanej korelácii, ktorá vyjadruje len asociáciu, hodnotí vzájomnú zameniteľnosť metód. Tento prístup sme považovali za vhodnejší, pretože kvantifikuje priemerné skreslenie („bias“) a 95-percentné limity zhody, definované ako priemerný rozdiel medzi metódami $\pm 1,96$ -násobok smerodajnej odchýlky.

Výsledky

Opisnú štatistiku (priemery a smerodajné odchýlky) hodnôt meraných jednotlivými spôsobmi sumarizuje **tabuľka 2**. Už z týchto deskriptívnych dát je zrejmé,

Tabuľka 2 QT, RR a QTc podľa spôsobu merania

	Lekár	ChatGPT	PMcardio	EKG prístroj
Počet meraní (n)	115	105	115	72
Priemerné QT (ms)	368,9	397,5	397,7	391,6
– SD pre QT (ms)	52,0	76,0	41,2	50,2
Priemerné RR (ms)	721,3	734,6	729,5	712,6
– SD pre RR (ms)	189,1	231,1	187,5	195,0
Priemerné QTcBz (ms)	438,6	473,0	471,2	467,5
– SD pre QTcBz (ms)	39,6	86,0	31,9	26,4

Tabuľka 3 Porovnanie meraní QTc rôznymi metódami (Bland-Altmanove analýzy)

	ChatGPT vs. lekár	PMcardio vs. lekár	Ekg prístroj vs. lekár
Počet párov meraní (n)	105	115	72
Priemerné skreslenie „bias“ (ms)	32,3	32,6	26,9
SD rozdielov (ms)	87,8	28,6	30,1
Dolný limit 95 % zhody (ms)	- 139,8	- 23,5	- 32,0
Horný limit 95 % zhody (ms)	204,3	88,8	85,8
Proporčné skreslenie r	0,667	- 0,255	- 0,452
P pre proporčné skreslenie	< 0,00001	0,006	0,00006
Hodnoty mimo limitov zhody (n, %)	6 (4,2 %)	4 (3,5 %)	3 (4,2)

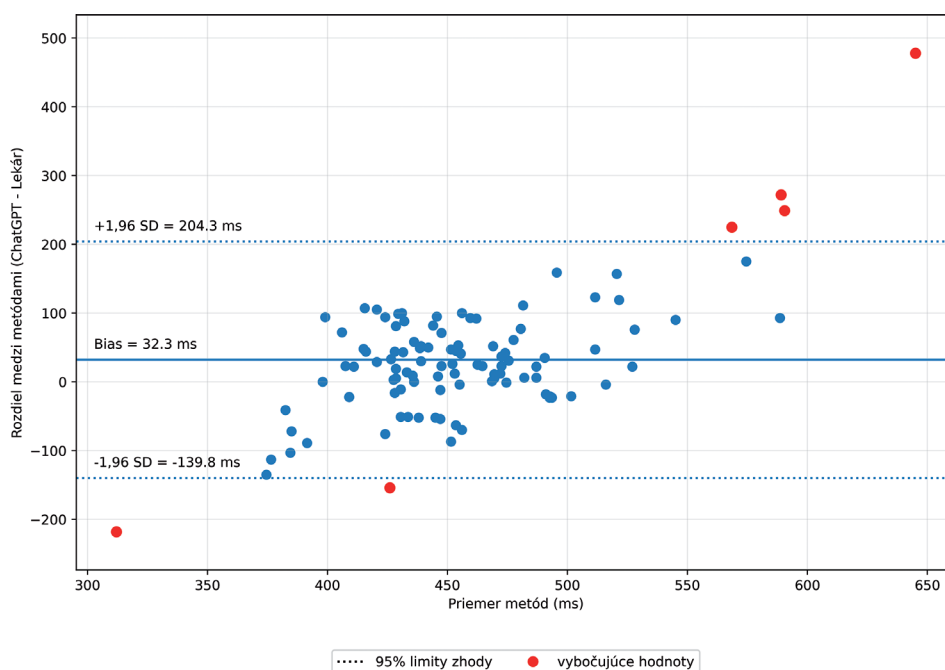
že najväčší rozptyl meraní (QT aj RR intervalov) sme zaznamenali pri ChatGPT. Porovnania QTc meraní PMcardio vs. lekár, ChatGPT vs. lekár a EKG prístroj vs. lekár sumarizuje **tabuľka 3**.

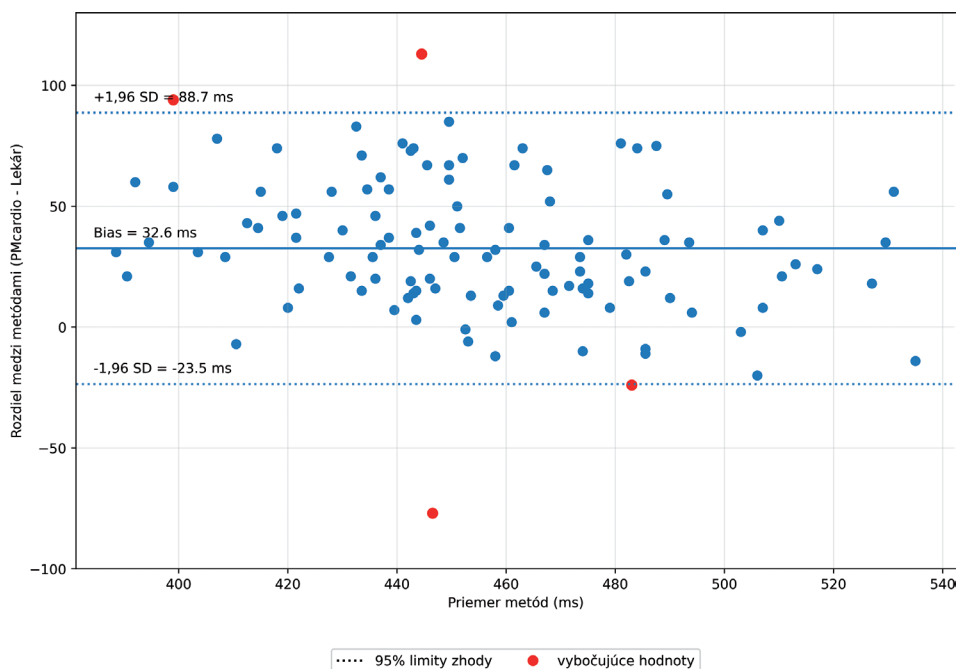
Všetky tri spôsoby merania dávali oproti lekárovi pozitívne priemerné skreslenie, čo by naznačovalo, že lekár mal tendenciu QTc podhodnocovať. Za najdôležitejšie pokladáme však parametre rozptylu.

Merania ChatGPT oproti lekárovi vykazovali najhoršiu mieru zhody: smerodajná odchýlka rozdielov bola najvyššia (87,8 ms), limity zhody v tomto prípade boli najširšie (95 % limity zhody boli od -139,8 ms

po 204,3 ms) a štatisticky výrazne signifikantné pozitívne proporčné skreslenie ($r = 0,667$, $p < 0,00001$) naznačuje, že rozdiely medzi metódami narastali so zvyšujúcimi sa priemernými hodnotami QTc. Situáciu s rozptylom hodnôt a prípadmi mimo limitov zhody ilustruje **obrázok 4**.

Merania AI nástrojom PMcardio aj **EKG prístrojom** vykázali výrazne menšiu smerodajnú odchýlku rozdielov (28,6, resp. 30,1 ms), užšie limity zhody (-23,5 až 88,8; resp. -32,0 až 85,8 ms), lepšiu konkordanciu výsledkov s meraniami lekára, a to aj napriek tomu, že obe metódy preukázali signifikantné proporčné

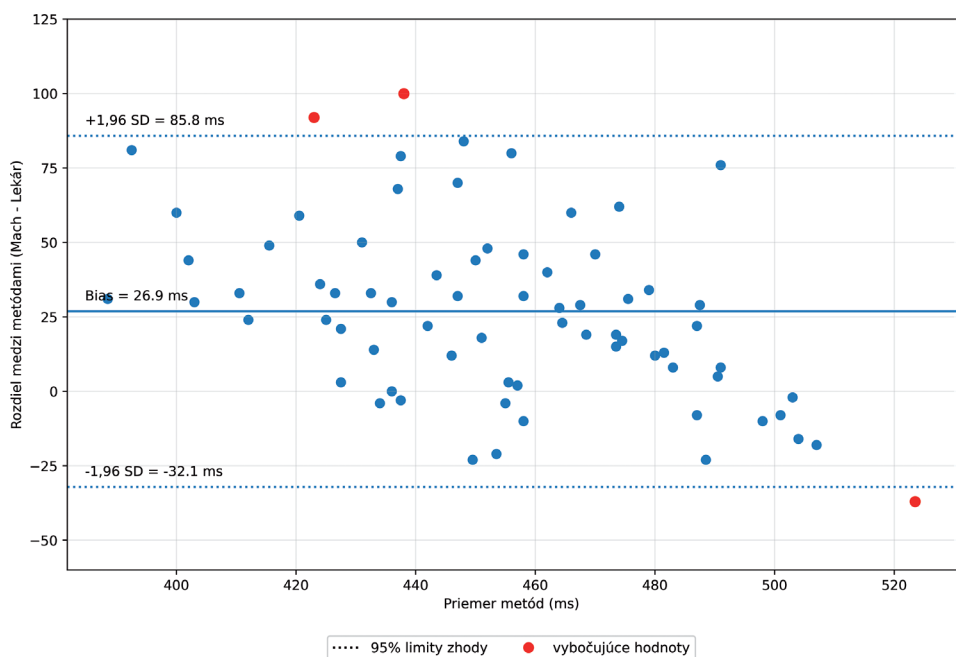
**Obrázok 4 Blandov-Altmanov graf zhody medzi meraniami ChatGPT a lekára**



Obrázok 5 Blandov-Altmanov graf zhody medzi meraniami PMcardio a lekára

skreslenie ($r = -0,255$; $p = 0,006$; resp. $r = -0,452$; $p < 0,0001$). Meranie nástrojom PMcardio vykazovalo priaznivejšie parametre zhody. Blandov-Altmanov graf

pre merania PMcardio verzus lekár prezentujeme na **obrázku 5** a pre merania EKG prístrojom verzus lekár na **obrázku 6**.



Obrázok 6 Blandov-Altmanov graf zhody medzi meraniami EKG prístroja a lekára

Diskusia

Naše výsledky ukazujú, že medzi „strojovými“ prístupmi na určovanie QTc a meraním, ktoré vykonáva lekár, sú významné rozdiely v miere zhody. Najlepšiu konkordanciu s lekársym meraním dosiahla špecializovaná aplikácia PMcardio, po ktorej s nevelkým rozdielom nasledovalo meranie QTc elektrokardiografom. Najmenej sa s lekárom zhodovalo meranie všeobecným AI osobným asistentom ChatGPT.

Hoci priemerné skreslenie pri ChatGPT meraní QT bolo relatívne nízke, výrazná šírka 95-percentných limitov zhody (od -139,8 do 204 ms) podstatne limituje jeho použiteľnosť v klinickej praxi. Takáto výrazná variabilita totiž značne znižuje spoľahlivosť merania QT pre jednotlivého pacienta, pretože presahuje hranice klinicky prijateľnej variability. Môže viesť k nesprávnej stratifikácii pacienta podľa QTc, a to v zmysle falošnej negativity, aj falošnej positivity. Obmedzenú použiteľnosť ChatGPT meraní QT v praxi ďalej podčiarkuje fakt, že pri nich bol aj najvýraznejší proporčný bias s $p < 0,00001$ – odchýlka od referenčného merania teda narastala so zvyšujúcou sa hodnotou QTc. Toto je klinicky osobitne významné, pretože spoľahlivosť metódy je zrejme najnižšia práve v najrizikovejšom pásme – u pacientov s vysokým arytmogénnym rizikom.

Priaznivá konkordancia QT meraní aplikáciou PMcardio, respektíve EKG prístrojom s meraniami lekára, môže mať rozdielne príčiny. V prípade AI aplikácie je to skôr dôsledok cielenej optimalizácie tohto modelu na analýzu EKG než všeobecnej multimodálnej schopnosti spracovania obrazu. Primerane dobré výsledky EKG prístroja by zas mohli súvisieť so zostavovaním algoritmickej spracovaním surového signálu, eliminujúcim variabilitu spojenú s analýzou obrazu.

Spomedzi v literatúre na meranie QT odporúčaných zvodov (II, V5, V6) u našich neselektovaných pacientov ChatGPT, ale aj lekár zreteľne najčastejšie použili zvod V5.

Za silné stránky našej práce považujeme použitie týchto metód na EKG reálnych pacientov z každodennej praxe na akútnom internistickom – geriatrickom pracovisku. Pacientov sme účelovo neselektovali podľa kvalitejších EKG záznamov, alebo lepšie spolupracujúcich pacientov. Ako ukazuje **obrázok 2** („hodnotiteľnosť“ EKG), väčšina mala priemernú technickú kvalitu (C) a nezanebateľný počet z nich bol podpriemernej a zlej kvality

(D a E). Za ďalšiu prednosť považujeme, že sme AI dali konkrétnu, klinicky relevantnú úlohu – nešlo teda o voľnú interpretáciu, ale o presne definovanú úlohu.

Uvedomujeme si, že meranie lekárom v úlohe komparátora je limitáciou práce. Vzhľadom na absenciu jednoznačného „zlatého štandardu“ merania QT intervalu sa v prácach podobného druhu merania testovanými metódami porovnávajú so spriemerovanými hodnotami nameranými expertnými panelmi lekárov. Výsledky preto interpretujeme v kontexte „miery zhody s lekárom“, nie v zmysle absolútnej presnosti merania. Pozitívne priemerné skreslenie vo všetkých metódach v porovnaní s lekárom (32,3; 32,6; 26,9 ms) by sa dalo interpretovať aj ako možná systematická tendencia lekára prikláňať sa k nižším hodnotám QTc. Istou limitáciou práce je aj neúplná porovnateľnosť systémov, keďže pri PMcardio ani pri elektrokardiograme sme nemohli nastaviť výber preferovaného zvodu, ani získať údaj o čitateľnosti záznamu či hodnovernosti nameraných hodnôt.

Naše výsledky ukazujú, že všeobecné multimodálne osobné AI modely zatiaľ nemožno považovať za dostatočne robustné na klinické určovanie QTc intervalu. Naopak, špecializované AI modely, cielene trénované na analýzu EKG, sa javia ako perspektívna technológia. Nevyhnutným štandardom by malo naďalej zostať lekárske posúdenie EKG vrátane správneho určenia QTc, pretože vo všetkých našich porovnaniach sa vyskytli merania, ktoré hrubo vybočovali z 95 % limitov zhody.

Záver

Výsledky ukazujú, že všeobecne dostupný všestraný AI nástroj ChatGPT 5.2 „Thinking“ zaostáva za ostatnými porovnávanými spôsobmi určovania QTc. Špecializovaná AI aplikácia (PMcardio) aj automatizované meranie EKG prístrojom vykazovali podstatne tesnejšiu zhodu s lekársym meraním. Možno predpokladať, že s ďalším vývojom sa presnosť meraní zlepší aj pri všeobecných AI asistentoch a zároveň budú pribúdať špecializované aplikácie na analýzu EKG s využitím pokročilých multimodálnych modelov. Lekárske hodnotenie EKG však naďalej zostáva nevyhnutným štandardom.

Autori vyhlasujú, že osobné údaje pacientov v tejto retrospektívnej analýze boli anonymizované.

Autori vyhlasujú, že nemajú potenciálny konflikt záujmov a žiadna z fáz prípravy tejto práce nebola financovaná.

Podiel autorov na práci:

Ján Šuba ml.: zber dát, analýza dát, spísanie rukopisu a jeho opravy.

Martin Dúbrava: námet na skúmanie, usmernenia metódy, revízie rukopisu.

Literatúra

1. Zhou J, Li H, Chen S, Chen Z, Han Z, Gao X. Large language models in biomedicine and healthcare. *npj Artif Intell.* 2025;1:44.
2. AlSaad R, Abd-alrazaq A, Boughorbel S, Ahmed A, Renault MA, Damseh R, et al. Multimodal large language models in health care: applications, challenges, and future outlook. *J Med Internet Res.* 2024;26:e59505.
3. Collins GS, Moons KGM, Dhiman P, Riley RD, Beam AL, Van Claster B, et al. TRIPOD+AI statement: updated guidance for reporting clinical prediction models that use regression or machine learning methods. *BMJ.* 2024;385:e078378.
4. Drew BJ, Ackerman MJ, Funk M, Gibler WB, Klingfield P, Menon V, et al. Prevention of torsade de pointes in hospital settings: a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology Foundation. *J Am Coll Cardiol.* 2010;55:934-947.
5. Yap YG, Camm AJ. Drug induced QT prolongation and torsades de pointes. *Heart.* 2003;89:1363-1372.
6. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M, Winkel BG, Behr ER, Blom NA, et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. *Eur Heart J.* 2022;43:3997-4126.
7. Stallmann FW, Pipberger HV. Automatic recognition of electrocardiographic waves by digital computer. *Circ Res.* 1961;9:1138-1143.
8. McLaughlin NB, Campbell RW, Murray A. Accuracy of four automatic QT measurement techniques in cardiac patients and healthy subjects. *Heart.* 1996;76:422-426.
9. Schläpfer J, Wellens HJ. Computer-Interpreted Electrocardiograms: Benefits and Limitations. *J Am Coll Cardiol.* 2017;70:1183-1192.
10. Palermi S, Vecchiato M, Ng FS, Attia Z, Cho Y, Anselmino M, et al. Artificial intelligence and the electrocardiogram: a modern renaissance. *Eur J Intern Med.* 2025;140:106329.
11. Kim YR, Park SB, Lee SJ, Yang HJ. Artificial intelligence assisted QT interval measurement in 12-lead-ECGs. *Europace.* 2025;27(Suppl 1):eua085.838.
12. Plagwitz L, Doldi F, Magerfleisch J, Zotov M, Bickmann L, Heider D, et al. QTcNet: a deep learning model for direct heart rate corrected QT interval estimation. *Europace.* 2025;27:eua0274.
13. Ansari RA, Bandyopadhyay S, Trivedi RK, Brennan KA, Liu X, Ganesan P, et al. Deep Learning-Based Continuous QT Monitoring to Identify High-Risk Prolongation Events After Class III Antiarrhythmic Initiation. *Circulation.* 2026;153:35-46.
14. Zhu L, Mou W, Wu K, Lai Y, Lin A, Yang T, et al. Multimodal ChatGPT-4V for Electrocardiogram Interpretation: Promise and Limitations. *J Med Internet Res.* 2024;26:e54607.
15. Çamkıran V, Tunç H, Achmar B, Ürker TS, Kutlu İ, Torun A. Artificial intelligence (ChatGPT) ready to evaluate ECG in real life? Not yet! *Digit Health.* 2025;11: 20552076251325279.