

Pirmą kartą



pasaulyje!

Transapikalinės mitralinio vožtuvo korekcijos modeliavimą patikrino klinikinėje praktikoje

Inžinieriai, matematikai ir medikai kartu kuria kompiuterinius matematinus modelius, kurie ateityje gydytojams leis pasirinkti optimalias operacijas pacientams. Pirmas bendras lietuvių darbas, „remontuojant“ širdį, pristatytas matematikų konferencijoje. Modelis, skirtas mitralinio vožtuvo nesandarumui koreguoti. Operacijos, atliktos prof. Audriaus Aidiečio, ir simuliacinės kompiuterijoje rezultatai sutapo. Mokslininkai sako, jog jis per porą metų bus pritaikytas ir klinikiniam medikų darbe. Ką tai duos pacientams? Daugiau saugumo ir galimybę gyventi visavertį gyvenimą.

Evelina Machova

Tai naujas *trendas* – taip bendrą medikų ir matematikų darbą apibūdina tarptautinės matematikų konferencijos „Daugiaskalis modeliavimas skysčių mechanikoje ir skysčių sąveikoje su kitomis struktūromis“ dalyviai. Perskaicius pavadinimą, tenka tris kartus suklaupėti akimis, nes nelabai suprantai, kaip su visu tuo susiję medikai. Konferencijos pranešėjai paaiškina, kad šios tematika daugiausiai susijusi su matematiniais modelių taikymu biomedicinoje.

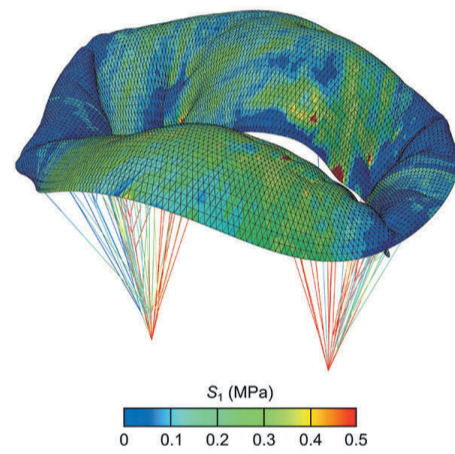
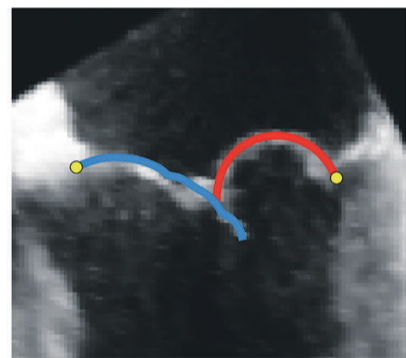
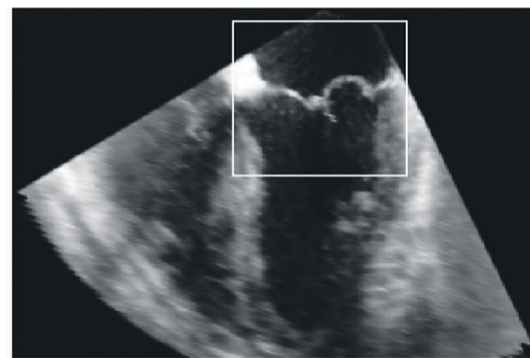
„Universitete, kuriame dirbu, yra ligoninė. Prie jos įkurtas Sveikatos inžinerijos centras. Čia bendrai dirba inžinieriai, medikai, mechanikai, matematikai, programuotojai. Sukuriamos naujos, jei atlikus testus, pasiteisina, įtraukiamos į kasdienį medikų darbą. Tiesa, anksčiau gydytojai praktikai šiek tiek nepasitikėjo matematikos teoretikais, bet šiandien jau akivaizdu, kad siekiant rezultatų ir saugumo pacientams reikia dirbti kartu“, – sako Camille Jordan instituto Mokslo ir technikos fakulteto tyrimų vadovas prof. Grigory Panasenko.

Konferencijos dalyviai pasakoja, jog pastaruoju metu tiek JAV, tiek Prancūzijoje, tiek ir kitose šalyse universitetuose, pavyzdžiui, Maskvos medicinos institute populiariau steigti Matematinio modeliavimo medicinoje katedrą. Kai kur tokie specializuoti centrai kuriami prie universitetinių ligoninių.

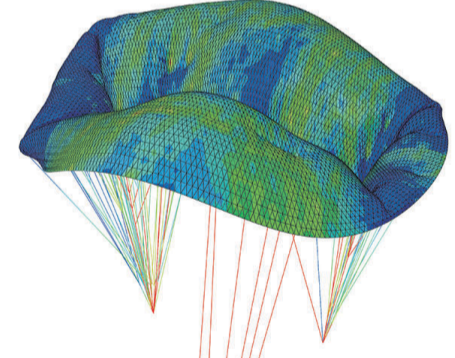
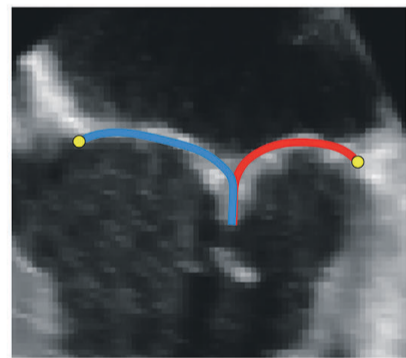
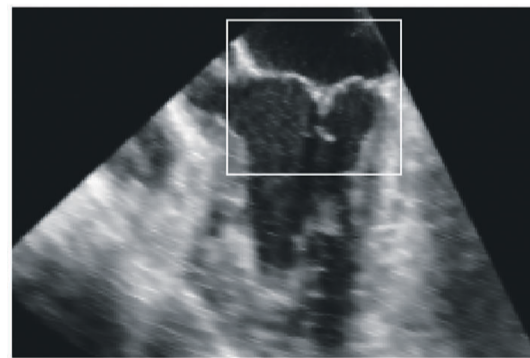
Ar yra vilties, kad taip nutiks ir Lietuvoje? Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikų Kardiologijos ir angliologijos centro vadovas prof. habil. dr. Audrius Aidietis sako, jog einama to link ir šiandien galima pasigirti neblogais rezultatais.

„Lietuvai svarbu įsijungti į šį procesą. Turime pradėti dirbti kartu su matematikais. Žinoma, kol kas mūsų pajėgumai yra kur kas mažesni nei kolegų iš JAV ar Prancūzijos, bet turime dirbti šia linkme ir neatsilikti. Maža to, galime kai kuriose srityse net ir pirmauti“, – sako vienas konferencijos iniciatorių, Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakulteto Diferencialinių lygčių ir skaičiavimo matematikos katedros vedėjas prof. Konstantinas Pileckas.

Pre-operative TEE



Post-operative TEE



INTERVIU

Kokius *trendus* kartu kuria šalies mokslininkai ir medikai, L.S. kalbina VU prof. Konstantiną Pilecką, prof. Audrių Aidietį, Vilniaus Gedimino technikos universiteto Biomechanikos inžinerijos katedros dr. Gediminą Gaidulį ir prof. Grigory Panasenko iš Prancūzijos.

- Konferencija - matematikų, o pranešimą joje skaito kardiologas... Kyla klausimas, ar mokslininkas medikas moko, kaip saugoti širdį, ar matematikai gydytojų moko skaičiuoti?

Prof. K.Pileckas: - Mes, matematikai, padedame gydytojams pritaikyti skaičiavimus medicinoje. Nagrinėjame ir kuriamus matematinus modelius kraujo cirkuliacijai bei širdžiai. Sukurti modeliai bus panaudojami medicinoje. Jei matematikai ką nors daro vieni, jų darbai lieka teorija. Tiesa, norėdami būti naudingi, turime tiksliai žinoti, ko reikia medikams, kad pritaikę matematinius skaičiavimus iš žinias galėtume sukurti naudą.

Prof. habil. dr. A.Aidietis:

- Jei darydamas mokslą nesugebi rasti bendros kalbos su matematiku, visko suskaičiuoti, tokių dalykų net negalima vadinti mokslu. Tai - labiau menas (juokiasi). Beje, medicina ilgą laiką juo ir laikyta, nes, kaip reikia gydyti, kiekvienas gydytojas nusprendavo pats. Ir gydydavo savaip. Tačiau, kai suprantame veikimo mechanizmą, pavyzdžiui, kodėl ištinka insultas ir prieširdžių virpėjimas, galime procesams daryti įtaką. Matematikai dažniau yra linkę viską suabstraktinti, sudėti į vieną vietą ir padaryti išvadą. Mes gi paprasčiau jų paimti konkretaus žmogaus medicininis duomenis, suvesti juos į modelį, ir pbandyti atlikti simuliacinę operaciją, o mes pasižiūrėtume rezultata.

- Profesoriau, po šių eilučių, dalis pacientų susigriebs už galvos esą gydytojai šiais laikais jau net nebežino, kaip reikia operuoti, į pagalbą kviečiasi matematikus ir inžinierius. Jau girdžiu: „Jėzus Marija, kur ritaš ta mūsų medicina...“

Prof. habil. dr. A.Aidietis:

- Bet visa tai tik dėl tikslesnio gydymo ir pacientų saugumo. Modelyje pagal konkretaus žmogaus medicininis duomenis parenkame tai, kas jam tinkamiausia. Inžinieriai sukuria modelius širdį, vožtuvus, suveda konkretaus paciento duomenis ir mes matome, kokius rezultatus po operacijos ar procedūros turėsime. Juk mūsų tikslas - padėti ir svarbiausia nepakenkti. Jei žmogus yra senyvo amžiaus, o mes atliekame ope-

raciją, bet nepakankamai gerai, vadinasi, jam pakenkiame. Iš anksto, prieš operaciją, žinoti, kokio rezultato galime tikėtis, mums itin svarbu. Todėl matematikai medicinoje mums labai reikalingi.

Prof. G.Panasenko:

- Vietoje to, kad, rinkdamiesi optimalią operacijos strategiją, eksperimentuotume su gyvu žmogumi, tai galime padaryti kompiuterijoje. Tai dabar ir darome, nes pirmiausia reikia sukurti matematinis modelius. Procesas nelengvas, nes kraujo cirkuliacija sudėtinga sritis, čia daug įvairiausių ląstelių. Pirmiausia reikia sukurti modelį, jį matematiškai aprašyti. Kai tai padaryta, modelį galima suprogramuoti, kad jis tiksliai skaičiuotų.

Pirmą kartą



pasaulyje!

Apie kompiuterinio mitralinio širdies vožtuvo modelio naudą

• Anot dr. G.Gaidulio, turint kompiuterinį vožtuvo modelį ir keičiant jo parametrus, kompiuteriu galima ne tik simuliuoti įvairias ligas, bet ir „išbandyti“ skirtingus jų gydymo metodus bei atlikti virtualias operacijas.

• Mitralinis vožtuvas sudarytas iš dviejų burių, kurias prilaiko chordos. Kad širdis veiktų kaip pompa, visi vožtuvai turi būti sandarūs, gerai veikiantys - laiku atsidadyti ir užsidadyti. Jei chordos plyšta, burės tinkamai neužsidaro, todėl kraujas grįžta atgal į kairįjį prieširdį. Užsitiesus šiam procesui, formuojasi širdies nepakankamumas.

• Tradiciškai mitralinio vožtuvo nesandarumo korekcija atliekama atviros širdies operacijos metu, kai prapjaunamas krūtinkaulis, stabdoma širdies veikla ir tik tuomet tvarkomas vožtuvas. Taikant šį metodą, chirurgams prieš operaciją ar jos metu kyla klausimų, kurioje širdies vietoje daryti pjūvį, kiek reikia siūlių, kokia jėga jas reikėtų įtempti. Todėl tyrime, pasitelkus skaitinį modeliavimą, ir siekta atsakyti į šiuos klausimus. ●

Tik problema, kad, kaip minėjau, kraujo cirkuliacijos sistemos geometrija labai sudėtinga. Net atmetus detales, pavyzdžiui, eritrocitų agregaciją ar kraują pakeitus vandeniu apskaičiuoti trimatėje erdvėje neužtenka net ypač galingų kompiuterių. Todėl matematikai skaičiuoja, kaip supaprastinti tokius modelius. Dabar daug dirbama ties širdies vožtuvo operacijomis. Čia reikalingas tikslumas ir geras priartinimas, kad net smulkiausiose detalėse matytume kas vyksta. Svarbu turėti galimybes naudoti tiek vienmačius, tiek trimatinius modelius ir juos kartu sujungti. Tai vienas klausimų, kuris buvo aktyviai svarstomas konferencijoje. Manau, kad per artimiausius metus dvejus mums pavyks tai padaryti.

- Kaip suprantu, matematikų ir medikų bendradarbiavimas užsi-mezgė taip: medikai atėjo pas matematikus ir klausė, ar jie gali apskaičiuoti, koks galimas burinio vožtuvo užsandaravimo pacientui X operacijos rezultatas...

Prof. habil. dr. A.Aidietis:

- Iš pradžių medikams kilo klausimų. Po to užsuko matematikai. Tiksliau, profesorius Rimantas Kaciūnas atėjo į Santaros klinikas, kur skaičiau pranešimą apie naujas technologijas medicinoje. Matematisia reikia sukurti matematinis modelius. Procesas nelengvas, nes kraujo cirkuliacija sudėtinga sritis, čia daug įvairiausių ląstelių. Pirmiausia reikia sukurti modelį, jį matematiškai aprašyti. Kai tai padaryta, modelį galima suprogramuoti, kad jis tiksliai skaičiuotų.

- Gal pereinime prie pavyzdžių, kad jau užsiminėte, jog yra konkrečių matematikų ir medikų darbo ranka rankon rezultatai.

Prof. habil. dr. A.Aidietis:

- Žinoma, pavyzdžiui aortos vožtuvas. Senatvėje jis dažniausiai sukaikėja ir tampa labai siauras. Neoperuojant penkiasdešimt procentų tokių pacientų miršta greitai. Kadangi kalbame apie senyvo amžiaus žmones, yra didelė rizika, jog pacientas operacijos metu taip ir liks ant stalo. Savo ruožtu vožtuvų yra pačių įvairiausių. Kaip pasirinkti tinkamiausią? Turėdami daug vožtuvų ir konkretaus paciento medicininis duomenis matematikai pagal konkrečius parametrus gali apskaičiuoti ir parinkti tinkamiausią. Turime daug duomenų apie kraujagysles, todėl matematikai gali apskaičiuoti ne tik tinkamiausią vožtuvą, bet ir kaip atlikti operaciją.

Kitas pavyzdys - mitralinio vožtuvo nesandarumas. Nuplyšta burė - JAV tokių atvejų per metus būna iki 250 tūkstančių. Išoperuojama tik 50 tūkstančių. Kodėl?



„Modelyje pagal konkretaus žmogaus medicininis duomenis parenkame tai, kas jam tinkamiausia. Inžinieriai sumodeliuoja širdį, vožtuvus, suveda konkretaus paciento duomenis ir mes matome, kokius rezultatus po operacijos ar procedūros turėsime“, - prof. habil. dr. Audrius Aidietis.

Dėl senyvo amžiaus, nes operacijos rizika didelė. Tačiau negydyti nuplyšusią chordą vėgį labai negerai. Kuo anksčiau ją išgydytume, tuo geresni rezultatai. Dabar šią problemą galima išspręsti per mažą pjūvį, nstabdam širdies. Pagauname nuplyšusią burę, prisūiname kaip su žin-gerio mašina ir fiksuojame prie viršūnės. Nesandarumas išnyksta. Bet daliai pacientų po pusantrų metų chorda vėl nuplyšta dėl didelio tempimo. Su matematikais pradėjome skaičiuoti, kodėl. Paašikėjo, kad jei žiedas yra išsiplėtęs, koaptacija mažėja, dėl didelio tempimo chorda vėl nuplyš. Vadinasi, turime susiaurinti žiedą. Tiesa, kol kas klinikinėje praktikoje technologija, kuri leistų ir žiedo susiaurinimą, ir chordos prisūvimą padaryti per mažą pjūvį, dar nėra taikoma. Bet tikrai, kad ji tikrai atsiras. Gediminas, beje, sukūrė



„Jei matematikai ką nors daro vieni, jų darbai lieka teorija. Todėl mes padedame gydytojams pritaikyti skaičiavimus medicinoje. Nagrinėjame ir kuriame matematinis modelius kraujo cirkuliacijai bei širdžiai“, - sako prof. Konstantinas Pileckas.

modelį konkrečiai šiai problemai spręsti. Be to, pradėjo ieškoti koaptacijos ploto - apie tai pasaulis dar nekalba.

- Gedimainai, koks paukštelis jums pačiulbėjo, jog reikia ieškoti koaptacijos ploto, jei dar niekas apie tai nekalba?

Dr. G.Gaidulis:

- Gydytojai koaptacijos ilgį gali matyti ultragarso pagalba, tačiau ploto nemato. Jį apskaičiuoti iš akies sunku, nors daugeliu atvejų tai gali būti esminis dalykas. Šiandien turint kompiuterinį modelį apskaičiuoti jį nėra sunku. Atliktas tyrimas yra pirmas žingsnis žmogaus širdies ir kraujotakos sistemos modeliavimo srityje. Tikslas - geriau pažinti širdies mitralinio vožtuvo biomechaniką esant jo nesandarumui, įvertinti transapikalinės nesandarumo korekcijos poveikį vožtuvo funkcijai. Buvo atlikta tokios operacijos kompiuterinė simuliacija, gauti rezultatai palyginti su klinikinio atveju.

- Kokį rezultatą gavote?

Dr. G.Gaidulis:

- Sukurta personalizuota geometrija, tai yra modelis sukurtas pagal konkretų pacientą. Operaciją atliko profesorius Audrius Aidietis, po jos lyginome, koks gautas profilis. Tiksliau, ar sukurtas su-tampa su realiai atlikta operacija. Rezultatas: gavome lygiai tokią pačią koaptaciją.

Tyrimo metu išnagrinėjome du atvejus ir pagal pacientų ultragarso tyrimo metu gautus duomenis sukūrėme du skaitmeninius mitralinio vožtuvo modelius. Šie modeliai buvo panaudoti chirurginių operacijų simuliacijoms ir mitralinio vožtuvo funkcijų po nesandarumo korekcijos procedūrai įvertinti. Abiem atvejais atlikę virtualią korekciją nusta-tėme, kaip po tokios operacijos širdies ciklo metu kontaktuota vož-

tuvo burės, įvertinome, ar apskaičiuotieji biomechaniniai sistemos parametrai neviršija kritinių verčių.

- Ar šiandien šis modelis jau naudojamas klinikinėje praktikoje?

Dr. G.Gaidulis:

- Kol kas dar anksti. Reikia daugiau tyrimų, taip pat pritaikyti sukurta tyrimo metodiką naudojimui praktikoje, kad ją galėtų naudoti gydytojai. Artimiausiu metu ruošiamės tai padaryti.

Prof. habil. dr. A.Aidietis:

- Šiuo modeliu konkrečiai tokias operacijas atlikome pirmieji pasaulyje. Aš tikrai tikiu, jog netolimoje ateityje tai bus naudojama plačiai. Juk kalbame apie pacientų saugumą. Gydytojas eidamas į operaciją žinos, kokius rezultatus tikėtis, o ne eis rizikuoti.

- Kartu su lietuviams dirba ir profesorius iš Prancūzijos? Kas gi matematikus apskritai paskatino jungtis prie medikų?

Prof. G.Panasenko:

- Esu matematikas, mano mokslinė karjera prasidėjo Valstybiniame Maskvos Lomonosovo universitete. Prieš dvidešimt septynerius metus persikėliau į Prancūziją, Saint-Étienne miestelį, netoli Liono. Su Konstantinu mus sieja sena mokslinė pažintis.



„Kuo mane patraukė medicina? Kai ateinu pas šeimos gydytoją ir pradedu diskutuoti savo sveikatos klausimais, dažnai išgirstu pasakymą, kad medicinoje, priešingai nei matematikoje, vienai neginčijamai tiesai įrodymų nėra. Taigi kilo mintis, kad dirbdami kartu matematikai ir medikai gali įnešti tikslumo. Tokios tendencijos vyrauja pasaulyje“, - sako prof. Grigory Panasenko iš Prancūzijos.

Kuo mane patraukė medicina? Kai ateinu pas šeimos gydytoją ir pradedu diskutuoti savo sveikatos klausimus, dažnai išgirstu pasakymą, kad medicinoje, priešingai nei matematikoje, vienai neginčijamai tiesai įrodymų nėra. Kaip pacientai tai matome: vieną dieną teigiama, jog visas cholesterolis yra blogai, kitą -

kad yra ir gero. Tas pats ir su vaisciauotieji biomechaniniai sistemos parametrai neviršija kritinių verčių.

Prof. Konstantinas Pileckas:

- Mano pusbrolis Šviesas atminimo Augenijus Pileckas, vienas iš ultragarso įrangos pradininkų Lietuvoje, pirmą kartą su kraujo tekėjimo uždaviniais pas mane atėjo turbūt 1982 metais. Bet tuomet neturėjome nei galingų kompiuterių, nei technologinių galimybių. Šiandien situacija visai kitokia.



„Atliktas tyrimas yra pirmas žingsnis žmogaus širdies ir kraujotakos sistemos modeliavimo srityje. Tikslas - geriau pažinti širdies mitralinio vožtuvo biomechaniką esant jo nesandarumui, įvertinti transapikalinės nesandarumo korekcijos poveikį vožtuvo funkcijai“, - pasakoja dr. Gediminas Gaidulis.

- Kolegos sako, kad profesorius A.Aidiečio galvoje knibžda įvairiausių idėjų. Tad panašu, kad matematikai laukia nemažai darbo. Tiesa, profesoriau?

Prof. habil. dr. A.Aidietis:

- Ir ne tik matematikams. Mums svarbūs programuotojai, kurie dirba su dirbtiniu intelektu. Juk rajonuose trūksta siauros specializacijos gydytojų, pavyzdžiui, kardiologų. Todėl sunku žmonėms užtikrinti paslaugų prieinamumą. Tam galėtų padėti dirbtinis intelektas. Fizikai ir matematikai apskaičiavo algoritmus, kurie praneša apie prieširdžių virpėjimą. Taip galėtume išvengti insulto. Tiesa, kol kas dar tik vienas nuolat sakau, kad reikia sureguliuoti kraujo spaudimą nakties metu, idant išvengtume tokių pasekmių kaip insultas. Tą lengva išspręsti skyrus vaistus, bet turi žinoti, koks žmogus kraujo spaudimas naktį, kai jis miega. Žinoma, dar reikia šią teoriją įrodyti pasauliui ir galėsime imtis insulto prevencijos. ■