

Vélemény

Hosszú Gábor **„Speciális mintarendszerek és magzati szívhangok informatikai modellezése** címmel benyújtott doktori (az „MTA doktora”) értekezéséről.

A cím alapján örömmel és várakozásokkal telve fogadtam el a disszertáció bírálatát. Magam is villamosmérnökként végeztem és erre alapozva folytattam élettudományi tanulmányokat, végeztem kutató munkát és oktattam az egészségügyi felsőoktatás több területén. Az elmúlt több mint négy évtized alatt megtapasztaltam, hogy a határterületek művelői gyakran kényszerülnek arra, hogy „idegen területeken” is nagy szakértelmet kívánó feladatokat végezzenek. Ezek a kihívások és a nehézségek leküzdése vitte és viszi ma is a tudományt előre (ha néha nem is olyan egyszerűen és kézenfekvően, mint gondolnánk). Feltehetően a bírálói felkérést azért kaptam, hogy a disszertáció magzati szívhangok elemzésével kapcsolatos részét – amely orvostudományi határterület – kellő hitelességgel és szakértelemmel tudjam megítélni.

Hosszú Gábor tudományos tevékenysége alapját- saját meghatározása szerint- az *adatelemzés és a szimbolikus kommunikáció képezi. Munkája során informatikai megoldásokat keresett nyelvészeti és orvosi problémák megoldására meghatározott modellek segítségével. Bár az első pillanattól kezdve igyekszik bemutatni alkalmazott nyelvészeti problémák és a magzati szívhangok („biológiai evolúciós jelek”) elemzése közötti fundamentális kapcsolatot, számomra ez a próbálkozás a mű többszöri gondos átolvasását követően sem tűnt sikeres vállalkozásnak. Így a disszertáció nem tekinthető egységesnek, gyakorlatilag átvezetések nélkül tárgyal két igen távoli tématerületet.*

Pályázó a 99 oldalas disszertációját magyarul írta. Az első 11 oldal tartalmazza a tartalomjegyzéket, az összefoglalást és itt történik meg a vizsgált problémák bemutatása is. Ezt követően 67 oldalon az időben változó mintarendszerek informatikai modellezési módszereinek alkalmazását részletezi részben korábban megfektetetlen jelszekvenciák értelmezése kapcsán. Itt mutatja be a négy fő tézise alapjául szolgáló tudományos munka nagyobbik részét (három tézist). Magam ezen a területen nem vagyok járatos. Elfogadom, hogy a disszertáció alapját képező folyóirat cikkek közül 11 (a felsorolt 19-ből), illetve konferencia kiadványokban megjelent dolgozatok nagyrésze ehhez a tudomány területéhez kapcsolódik. Az ott leírtak tudományos értékét nem tudom kellő mélységben megérteni és ennek megfelelően értékelni sem.

Ugyanakkor terjedelmi vonatkozásban aránytalannak tekintem a művet, hiszen a negyedik, a magzati szívhangok elemzése vonatkozó tézis (amely még további három altézisre van bontva) háttéréül szolgáló anyag (különösen a modellezés rész) nincs kellően kidolgozva (a mintegy 6 oldalas leíró rész meglehetősen nagyvonalúan kezeli a vizsgált problémát és a megoldásokat is). Természetesen, bíráló számára járható út, ha utána néz a szerző eredeti közleményeinek és ebből építkezve próbál pontosabb képet alkotni a dolgozatban szereplő megállapításokról. Így sok minden tisztázható, ugyanakkor Bíráló feladata doktori műben foglaltak értékelése.

Néhány általános. a dolgozat egészét érintő megjegyzés.

Számomra a legnagyobb kihívást a dolgozat látszólag jól definiált fogalmi rendszerének kezelése jelentette. A mondandó leírásához (a szövegtörzshöz) tartozó fogalomtár egyrészt precizításra törekszik (talán ezért adja meg egyes esetekben az angol megfelelőt is), másrészt meglehetősen nagyvonalú, hovatovább pontatlan (pl. az egy fajba tartozó élőlények maradványai lehetnek a szervek –pl. csontok- kövületei, de a lábnyomai is, amelyek nem azonos jelrendszerrel készült szekvenciák). Érdeklődéssel várom az ezen a területen jártas bírálók véleményeit és kérdéseit. Azt azonban megjegyzem, hogy a mű nagyon nehezen olvasható és értelmezhető egy közepesen felkészült szakembernek. Zavart továbbá az olvasásban, hogy a 46 ábra egy része magyar, míg más része angol felirattal került a dolgozatba.

Ami a saját szakterületemet illeti:

A terhesség alatti fonokardiográfia fontos szerepet játszik az embrió méhen belüli fejlődésének nyomon követésében. A módszer legfontosabb előnye, hogy nem invazív, azaz nincs potenciális egészségkárosító hatása sem a magzat sem az anya számára. A szív anatómia struktúrája és pumpafunkciója következtében az üregek jól meghatározott szekvencia szerint összehúzódnak és elernyednek, a becsapódó billentyűk és a vér turbulens áramlása olyan mechanikai hullámokat gerjeszt, amelyek bonyolult akusztikus impedancia csatlások után az anya hasbőrén is érzékelhető rezgéseket váltanak ki. Így - megfelelő detektációt és akár szubjektív, akár objektív jelfeldolgozást követően - a szakemberek számára lehetőség nyílik a magzat egészségi állapotának értékelésére és a lehetővé válik a potenciális szívrendellenességek felismerése is. Több alkalmazási területe ismert, különösen fontos a magzati szívfrekvencia detektálása a magzat életét veszélyeztető ritmuszavarok felismerése érdekében. Emellett a magzati fejlődése során észlelhető specifikus eltérések kóros elváltozásokra utalhatnak. A módszer előnye további előnye, hogy akár a várandós otthonában is megtörténhet a jelek rögzítése és tárolása illetve feldolgozása és/vagy továbbítása. Arra alkalmas informatikai eszközök segítségével időszakos vagy folyamatos monitorozásra is lehetőség nyílik.

Így Jelölt témaválasztása időszerű és megfigyelései hozzájárulnak új monitorozó rendszerek fejlesztéséhez. A dolgozatban bemutatott munkák mintegy 12-15 éve készültek, akkor különösen újdonságnak számítottak. Jelölt nemzetközi figyelmet tükröző idézettségi mutatói jelentős hányada ezeket az eredményeket tükrözi (sajnálatos, hogy a benyújtott dolgozatnak ez a része nincs kellően hangsúlyozva- és részletezve). Pedig számos mérés technikai és adatgyűjtési probléma bemutatása és elemzése nélkül a leírtak nehezen értelmezhetők. (pl. hogy milyen kritériumok alapján történik a zajszintek osztályozása, hogyan változik a magzati szívhang/anyai szívhang intenzitásának aránya a fejlődés során- az amplitúdón túl miként módosulnak a frekvencia sávok - ill. milyen a magzati vs. anyai szívhangok spektruma stb.).

A Bíráló feladata természetesen az, hogy kiemelve a benyújtott disszertáció érdemeit, rámutasson a szerző legfontosabb tudományos megállapításaira és amennyiben létezik hiányossága vagy hibája, akkor azt is felfedje. Miután a dolgozatban szereplő eredményeket már korábban publikálták és a kéziratok szigorú szakmai bírálaton mentek keresztül, én a legfontosabb feladatnak a benyújtott dolgozat tartalmának és formájának megítélését tekintetem.

Nem vitatom, hogy a szerzőt foglalkoztathatta, hogy kinek és milyen céllal kell összegezni eddigi munkássága lényegét. Ennek megfelelően kellett súlyoznia és kijelölnie a szakmaspecifikus mélységeket. Ezt nehéz feladatot megítélésem szerint nem sikerült jól felmérnie és kellő alaposággal megoldania. Hiányolom ugyanis az MTA doktora cím megszerzéséhez benyújtott dolgozat számomra releváns részében a joggal elvárható szakmaiságot és pontosságot (pl. mi indokolta a 11.2 részt - amely gyerekkori szívzörejeket mutat be?). A dolgozatban szereplő megállapítások egy része értelemzavaró pontatlanságokat (nem kellően körültekintő fogalmazást) tartalmaz.

Példaként talán az alábbi említem (6.3. fejezet, a 82. oldalon).

„Ma már arra is van példa, hogy egy magzati szívben lévő, veleszületetten szűk ovális lyukat (*foramen ovale*) a várandósság alatt végzett műtéttel tágtítottak ki.”

Így ennek a mondatnak nincs értelme. Ha veleszületett, akkor nem magzati!

Természetesen a jóhiszemű olvasó korrigálhatja: A magzati szívben a jobb és bal pitvar közötti átjárhatóság elengedhetetlenül szükséges az egészséges fejlődéshez, az élethez. Fejlődési rendellenesség okán ez beszűkülhet (akár el is záródhat). A diagnózisa nehéz (ma döntően a négy szívüreget megjelenítő Doppler ultrahang vizsgálattal történik, megfelelő kritériumok: átmérő, ill. maximális áramlási sebesség alapján). Valóban, korszerű és bátor invazív beavatkozással ez a fejlődési rendellenesség korrigálható (ld. Ulrike Herberg et. al. *Cardiology in the Young* (2014), 24 (Suppl. 2), 47–54). Tehát a **veleszületett** ott, abban a mondatban felesleges és értelemzavaró.

Hasonlóan bosszantó pl. a 9. oldalon található 1. táblázat, amelyben a *magzati szívverést a magzat szívveréseként* definiálja (ha már ezt valóban szükségesnek tartotta meghatározni, akkor valami tényszerű megállapítást is tehetett volna [Pl. A terhesség kb. 5. hetében már megfigyelhető a magzat szívverése. Ekkor a magzat pulzusszáma nagyjából megegyezik az anyáéval: 80-85/perc, majd egyre gyorsabbá válik. A terhesség 9. hetében a magzati szívfrekvencia átlagosan 175/perc. Ezután az egészségesen fejlődő magzat szívfrekvenciája lassul, a terhesség közepére körülbelül 120-170/perc közötti lesz. A szülést megelőző hetekben fiziológiásan a magzati szívfrekvencia 120-160/perc közötti tartományban mozog.]).

Hasonlóan a 10. oldalon a 4. ábra felirata „A szív anatómiai vázlata”. (azután a hozzáértő olvasó tegye hozzá, hogy ez egy magzati szív, ahol még átjárható a pitvarokat elválasztó sövény - azaz nyitott *a foramen ovale*). (Azért is különösen bosszantó ez a pontatlanság, mert az eredeti közleményben [D19], a 2. ábrafelirat magyarra fordítva a következő:” A magzati szív keresztmetszete. Jelentős különbség látható a kifejlett emberi szívhez képest: a pitvarok között nyílás található, az úgynevezett foramen ovale.” Az „MTA Doktora” címre pályázó írásmű hasonló körültekintést igényelt volna.)

Vagy vegyük a 44. ábrát: pl. hiányzik az idő skála; mire vannak normálva a szűrt jelek?; mi indokolja, hogy 30-100 Hz, ill. 60-100 Hz között szűrjünk? Milyen volt az eredeti, nyers jel esetén az átvitt frekvencia tartomány? Milyen karakterisztikájú szűrőt, vagy szűrési algoritmust alkalmaztak?

Amennyiben magas szintű a zaj, akkor hogyan és miben segít a wavelet transzformáció?

A magzati szívverés monitorozása segítheti a fejlődési rendellenességek korai felismerését. Ma már ezek döntő hányada ultrahangos vizsgálatokkal történik. Szerző több esetben is felveti, hogy az ultrahangos vizsgálatoknak nem zárható ki a potenciális magzatkárosító hatása. Mire alapozza ezt a feltevését?

A dolgozat ezen részéhez tartozó további kérdéseim?

- 1) A disszertációban szereplő, a magzati szívhangok elemzését bemutató dolgozatok 2005 és 2013 között jelentek meg. Milyen alapvető megállapításait igazolták a nemzetközi szakirodalomban az elmúlt évtizedben?
- 2) Adatelemzési módszerekkel hogyan elkülöníthetők-e a szívhangok és a szívzörejek, és ha igen, akkor milyen algoritmusokat ajánl erre a feladatra? Mi lehet a szívzörej detektálásának specifikus jellemzője?
- 3) A szívhangok kellő intenzitású észlelését és regisztrálását erőteljesen befolyásolja a magzat az anyaméhben belüli pozíciója. Milyen előnyökkel járhat a több érzékelős (több hasra helyezett mikrofon) regisztrálás és milyen további információk nyerhetők ezekből a mérésekből (azaz mi a több csatornás érzékelés előnye)?
- 4) Léteznek-e nemzetközi vagy hazai adatbázisok, amelyek a magzati szívhangok morfológiai jellegzetességei alapján tanuló adathalmazok lehetnek mesterséges intelligencia alapú szakértői rendszerek számára?
- 5) Az elmúlt évtized mérés technikai fejlődése (pl. a testre helyezhető érzékelők sokasága), számítástechnikai fejlődése (pl. telemedicinai megoldások, adatfeldolgozás), ill. a mesterséges intelligencia alapú mérőeszközök alapján milyen hálózatot tud elképzelni a méhen belüli fejlődés hatékony (nem invazív) nyomon követésére ?

Összefoglalva, a fonokardiográfia elsődleges célja a magzati fiziológiában a magzati szívhangok nem invazív monitorozása, amely alapvető információkat szolgáltat a magzat egészségének értékeléséhez, az aritmiák észleléséhez és a megfelelő időben történő beavatkozáshoz. Ez a technika költséghatékonyságának és a megbízhatóságát növelő technológiai fejlődésének köszönhetően értékes eszköz a szülészetben.

Ezen a területen Hosszú Gábor és munkatársai számottevő hazai és nemzetközi figyelmet keltő munkát végeztek és publikáltak. (Ez a munka azonban nincs kellő mélységben és alapossággal bemutatva a dolgozatban. Különösen hiányolom a mérés technikai, adatfeldolgozási problémákat bemutató részeket és azokat az ötleteket, újításokat, amelyek a dolgozat legfontosabb értékét képezhetnék.)

A magam részéről nem gördíték ugyan akadályt a nyilvános vita kitűzése elé, ugyanakkor a cím odaítélését csak akkor támogatom, ha Pályázó a védés során egyértelmű bizonyosságot mutat pontosságáról és az adott szakterületet érintő szakmai kompetenciájáról.

Szeged, 2025. június 23.


Dr. Bari Ferenc

az MTA doktora