

KUTATÁSI BESZÁMOLÓ

Plazmaterápia
szimulációs környezete

KUTATÁSI BESZÁMOLÓ

Címe: Akut hemodialízis-gép modellalapú szimulációs
környezetének továbbfejlesztése plazmaterápiához

Intézmény: Pázmány Péter Katolikus Egyetem
Információs Technológiai és Bionikai Kar

Év: 2014

Hallgató neve: Czinder Gábor Imre

1. RÖVID BEVEZETŐ

Feladatom egy adott akut hemodialízis-gép modellalapú szimulációs környezetnek plazmaterápiához történő továbbfejlesztése.

Leendő mérnökként rendkívül fontosnak tartom egy ilyen gyakorlatias téma feldolgozását, mivel az orvostechnikai kutatás-fejlesztés eredményei mindig is kulcsfontosságú szerepet töltek be az ember egészségének megőrzése terén.

2. BESZÁMOLÓ

2.1 SZAKIRODALMI HÁTTER

A technológia fejlődésével egyre több és több betegséget, illetve egészséget hátráltató tényezőt képes az ember leküzdeni. Azonban az emberi **homeosztázis** (a változó külső és belső körülményekhez való alkalmazkodás képessége, azaz a belső környezet viszonylagos dinamikusan állandóságának fenntartása) biztosítása egy törekeny egyensúlyi állapot megőrzését jelenti. Ezen állapot szavatolását hívatottak a vesék támogatni, amelyek szabályozási funkciója által képes a szervezet hatást gyakorolni a vér sűrűségére, pH-értékére és a vérplazmában oldott vegyületek koncentrációjára. Amennyiben a szervezetet fertőzés, mérgezés vagy egyéb sérülés éri, a vesék funkciója leállhat, amely súlyos rizikófaktort jelent az emberi szervezet egésze számára.

A homeosztázis megbomlásának első jele az urémia (avagy magyarul húgyvérűség) megjelenése a szervezetben. Ez pedig arra enged következtetni, hogy a vesék nem képesek elegendő mértékben ellátni a funkciójukat (vagy rosszabb esetben azok leállításának lehetünk tanúi), hiszen mérgezőanyagok kezdenek el megjelenni a vérben. A **veseelégtelenség** problémája szinte (ha nem épp) egyidős az emberiség történetével. A római és a középkorban az urémiát forró fürdővel, izzadásterápiával, érvágással és beöntéssel gyógyították. A manapság használt gyógykezelési módszerek az ozmózis és a diffúzió folyamatát is magukba foglalják. Ezek a természetben fellépő jelenségek segítenek a víz- vagy más oldott molekulák szállításában. Az első olyan tudományos feljegyzések, amelyek a mai terápiák alapját képezik, a skót Thomas Grahamtól erednek, akit a „dialízis atyjaként” tartanak számon. Az ozmózist és diffúziót elsőként kémiai laboratóriumokban használták, mint olyan eljárást, amely képes különválasztani az oldott molekulákat vagy éppenséggel képes eltávolítani a vizet oldatokból féligáteresztő hártyán

keresztül. Graham – korát megelőzve – előírányozta ezen természetes módszerek orvosi területen történő felhasználását.

2.2 FELHASZNÁLÓK CSOPORTJA

A **dialízis** az elégtelen vesefunkcióval rendelkező betegek gyógykezelését jelenti, vagyis a dialízisgépek a károsodott vesék működését hívatottak támogatni, pótolni. A dialízis szót gyakran helyettesítik még a *művesekezelés* kifejezéssel, hiszen a gyógykezelés során a páciens vesefunkcióját egy „mesterséges vese”, vagyis egy gép (a dialízisgép) látja el.

Két dialízistípus létezik: akut (heveny) és krónikus (idült) dialízis. A betegeket a vese megbetegedésének különböző formái szerint kezelik akut vagy krónikus módon. A vese funkcionális csökkenését vagy – rosszabb esetben – leállását *veseelégtelenségnek* (latinul: *insufficiencia renalis*) nevezzük. *Akut* esetben a veseelégtelenség a vese átmeneti, időben rövid lefolyású (néhány óra, nap, hét) funkciózavarát jelenti. Ezzel szemben *krónikus* esetben a vese korlátozott funkcionális vagy leállásának visszafordíthatatlansága miatt élethosszig tartó kezelést igényel a páciens.

Krónikus veseelégtelenség esetén a páciens veséi rendkívül korlátozott funkcionális (bizonyos feladatokat képes csak ellátni) vagy leállása (teljes működésképtelenség) veszélyezteti a páciens szervezetének egészét, ezért művesekezelésre szorul. A rendszeres dialíziskezelés a páciens szervezetét, hormonháztartását, elektrolit-egyensúlyát, vérnyomását, folyadékháztartását stabilizálja, a salakanyagokat kitisztítja a szervezetéből, azonban a vese korlátozott funkcionális vagy leállása miatt a páciens továbbra is (élethosszig tartó) művesekezelésre szorul.

Akut veseelégtelenség esetében a kiváltó okok közé sorolható mind testi, mind pedig lelki okok – ilyenek például a sokkhatás, mérgezés, trauma, fertőzés, komoly vérveszteséggel járó baleset, sérülés stb. Így átmenetileg a vesék képtelenek ellátni a feladatukat elégséges mértékben, azonban a gyógyulási szakasz után – nagy valószínűséggel – újra képesek lesznek teljes funkcionálisal működni. Ezért az átmeneti időszak alatt az akut dialízisgépek hívatottak támogatni vagy – a vesék átmeneti összeomlása esetén – pótolni a vesefunkciót.

A kidolgozott terápiamód is valójában egy akut kezelési mód. Ugyan ez funkció szempontjából nem dialíziskezelés, mégis dialízisgép végzi ezt a terápiát is, mivel a művesegép *többféle terápia* végrehajtására is képes. (Ezért a későbbiekben az új gyógykezelést elvégezni képes vesegépre *dialízisgépként* is hivatkozom.) Attól akut, hogy ebben az esetben ugyan a vesék

teljesen épek, tehát normális vesefunkció figyelhető meg, azonban a beteg vérének külső veszélyforrás fenyegeti. Ez lehet például vérrák, vérmérgezés, fertőzés stb. Ilyenkor pedig a páciens vérének nem sejtes elemeit tartalmazó, ún. vérplazmát szükséges kicserélni a szervezetben.

2.3 A VESEGÉP RÖVID, VÁZLATOS FELÉPÍTÉSE

A művesegép-családok **alkatrészei** két jól elkülöníthető csoportra oszthatók: cserélhető és nem cserélhető elemek. Cserélhető elemek közé tartozik például a terápiás eldobható szerelék, a filter, a folyadékot tároló zsákok és kamrák. Ezeket hívják *eldobható alkatrészeknek*. Ezek terápiánkénti cseréje különösen is fontos a higiéniai okok miatt és a minőségromlás elkerülése végett. A *nem cserélhető elemek* közé tartoznak a hardverkomponensek (például: pumpák, detektorok, szelepek stb.). Ezeket nem cserélik le minden terápia alkalmával, mivel ezen alkatrészek hardverparaméterei nagymértékben időtállóak, továbbá ezen részegységek cseréjét higiéniai okok nem követelik meg.

A modellezett terápia **áramlástanilag** két körre osztható, amelyeket „véroldalnak” és „vízoldalnak” nevezünk. Ezt a két áramlástanit a plazmafilter – amely tulajdonképp egy féligáteresztő membrán szerepét játssza – köti össze, vagyis itt van csak átjárás a két kör között.

2.4 FEJLESZTETT MODELL

A dialízisgépek funkcionálitási képessége egyszerűbben és könnyebben modellezhető, fejleszthető virtuális környezetben. Egy ilyen **virtuális berendezésmo­dell** (azaz szimulációs környezet, szimulátor) segítségével teljes mértékben valóság­hűen, illetve részegységektől, alkatrészek­ről függetlenül modellezhető a vesegép működése.

Feladat egy új terápiamód fejlesztése volt egy már korábbi, adott terápiamodell alapján. Így az előző, kész terápia modelljében alkalmazott blokkokat felhasználhattam a saját terápiás modellem fejlesztése alkalmával.

Segítette a modell egészének átláthatóságát az egyes **blokkok** különböző színekkel történő **színezése**. A színek használata nem a véletlen műve, hanem szándékos tervezés eredménye. A fejlesztés során törekedtem az átláthatóságra, ezért igazodtam a terápiás szerelékrajzon látható színhasználathoz.

A modell egyik legalapvetőbb koncepciója az ún. **metaadat-hordozás**. Ezt a következő példával szemléltetem. Adott egy, az egyik végén zárt cső, amelybe folyadék áramlik; a cső folyadékkal való töltöttségét pedig egy szenzor figyeli. A csőbe a nyitott végén át folyamatosan vizet töltünk, azonban a cső fizikailag véges, korlátozott méretei miatt az egy idő után megtelik. Ekkor a cső folyadékkal való telítődését a szenzor automatikusan érzékeli, s leállítja a csőbe történő folyadékáramlást. Ezt a való életben nem egy szenzor figyeli, hanem maga a természet, a természeti törvények. Ezért ezt (*irányítástechnikai* szempontból) visszacsatolásként modelleztem.

2.5 SZOFTVERVERIFIKÁCIÓ

Utolsó lépésként szükséges volt **ellenőrizni**, hogy a virtuális környezet szimulálja-e a helyes működést, azaz képes-e utánozni a dialízisgép működését (természetesen bizonyos toleranciasémával). Tehát ebben a fejezetben a gép és a modell *illeszkedését* vizsgáltam meg teszteljárással. A teszt során a virtuális rendszermodellt (funkcionálisan) összevettem a dialízisgéppel.

A szimulátorral elvégzett tesztek összehasonlítva a gépi teszttel arra a következtetésre jutottam, hogy az elkészített terápia szimulátora helyes dinamikával (jelleghelyesség) működéssel rendelkezik. A mérés során nem az volt a lényegi szempont, hogy számszerűen pontosan ugyanakkora nyomásértékeket mérjünk, hanem az, hogy a modell ugyanolyan jellegű dinamikát mutasson, mint a valódi vesegép. A jelleghelyes működés a görbék tranziens viselkedésén keresztül mutatkozott meg.

2.6 KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetet mondok egyetemi konzulensemén kívül Golarits István témavezetőmnek a cégnél, aki megtisztelt bizalmával és a cégnél rendelkezésemre bocsátotta a szükséges erőforrásokat.

Továbbá köszönetet mondok gyakornoktársaimnak és a cég minden munkatársának, akikhez szintén bármikor bármilyen kérdéssel fordulhattam.

Köszönetet mondok még a Pro Progressio Alapítványnak, amiért támogatta a kutatómunkám elkészültét.