

Orvosi képek menedzsmentje, mit várunk a PACS rendszerektől?

Dr. Battyány István, Papp Ákos, POTE Radiológiai Klinika;
Dr. Duliskovich Tibor, StorCOMM, Inc

Az orvosi képek kezelése, továbbítása az orvosi informatika egyik legnagyobb kihívása. A szerzők a rohamosan fejlődő digitális technika korában az egyre nagyobb számban képződő digitális adathalmaz, képi információ, kezelésére szolgáló megfelelő képparchiváló, képmegtekintő rendszer kiválasztásához szeretne segítséget nyújtani néhány fontosabb szempont alapján. Különösen fontos ez azért, mert a rengeteg technikai paraméter közül nekünk felhasználóknak kell eldöntenünk melyik rendszer áll legközelebb elképzelésünkhöz és pénztárcánkhoz.

A gyakran hallott új kifejezések közül a kulcsszó nem a PACS, HIS vagy digitális radiológia, hanem az integrálás. A bonyolult radiológiai munkafolyamatok modellezése a gyakorlatban igen jelentős szakudást igényel. Gondos tervezés nélkül még a legkorszerűbb rendszer sem lesz képes megnövelni a produktivitást és a diagnosztika színvonalát. A szerzők megpróbálják megosztani első tapasztalataikat a PACS bevezetésével a PTE-n és gyakorlati útmutatást adni az orvosi képek, valamint egyéb klinikai információk begyűjtésére, tárolására és terjesztésére alkalmas rendszer tervezési, kiválasztási és üzembe helyezési problémáira.

BEVEZETÉS

A mai világban, ahol mindent pénzben mérnek, az egészségügy menedzsmentjének is magáévá kell tennie a költséghatékony működésre irányuló szemléletet, ugyanis a képi diagnosztika egy szolgáltatás, melynek végterméke a leletben megfogalmazott radiológus vélemény. Ennek értékétől és a rendelkezésre állásától függ a szolgáltatás „eladhatósága”. Ennek fényében nem beszélhetünk csupán PACS-ról (azaz képtároló és továbbító rendszerről), amikor a képi diagnosztika jövőjéről beszélünk. Azonos súllyal esnek latba a belépő oldalon a HIS (azaz kórház információs rendszer) és a kilépő oldalon az információ-terjesztő és statisztikai rendszerek.

A képalkotó diagnosztika folyamata gazdasági szempontból nem a páciens és a vizsgálat előkészítésénél kezdődik és a lelet tollba- (mikrofonba) mondásával ér véget. Hagyományosan egy adott vizsgálat elvégzésének közvetlen költségét (személyzet bére, berendezések amortizációja, kontrasztanyag és egyéb fogyóanyag ára stb.) vettük figyelembe, amikor meghatároztuk a megtérülés ér-

tékét. Ez jó megközelítéssel igaz a radiológiai osztályra vonatkoztatva. De egy egészségügyi egység egészét figyelembe véve teljesen félrevezető lehet. Ugyanis makró eredmények kiértékeléséhez olyan mutatókat is figyelembe kellene vennünk, mint pl. a képi diagnosztikai kapacitás rendelkezésre állása, a páciensek várakozási idejének hatása a betegség prognózisára, a felvételeken túl az egyéb klinikai információk hozzáférhetősége, a diagnosztika pontossága, a leleteknek a beutaló orvoshoz történő visszakerülési ideje, a munkafolyamatok optimalizálása a statisztikai adatok birtokában stb. Ezen mutatók egy része nem mérhető közvetlenül, de józan „paraszti eszünkre” hallgatva belátható, hogy a beteg ellátás költségeit csak az összes fenti probléma orvoslásával lehet csökkenteni. Önmaga a képi diagnosztika korszerűsítése, pl. digitális képalkotó berendezések vásárlásával vagy PACS bevezetésével, nem biztos, hogy a költségek csökkentését és a beteg ellátás javítását fogja eredményezni.

A RADIOLÓGIA LELETKÉSZÍTÉS FOLYAMATA

Tekintsük át röviden a munkafolyamatokat, melyek a képi diagnosztika részét képezik. Az alábbi táblázatban egy tipikus radiológiai vizsgálat munkamenetét bontottuk fel egyes lépcsőfokokra és megpróbáltuk ezeket megfeleltetni az egyes HIS-PACS-RIS-SR funkcióknak. Fontos megértenünk, hogy a különböző informatikai rendszerek integrálása nélkül nem lehetséges költségsökkenést elérni a képi diagnosztikában. Ezért tartjuk fontosnak az alábbi leegyszerűsített munkafolyamat ismertetését.

A vizsgálat előtti tevékenységek

Tételezzük fel, hogy a klinikai vizsgálatok vagy egy korábbi radiológiai eredmény indokoltá tesznek egy radiológiai vizsgálatot. Mi történik ezt követően? Kisebb nagyobb eltérésekkel a következő:

Feladat	Egység	Leírás
A képalkotó módszert kiválasztása	HIS	A kórház informatikai rendszerében a klinikus ellenőrizheti, hogy az adott régióban milyen vizsgálati kapacitások állnak rendelkezésre és kiválasztja az időben hozzáférhető modalitásokból az adott klinikai kérdés megválaszolására legalkalmasabb képalkotó módszert.
A klinikus előjegyzést kér	HIS	A páciens időpontot kap a vizsgálatra. Az előjegyzés történet gép, vizsgálat típus, nap vagy kvóta alapján. A HIS egy HL7-es üzenetet küld a RIS-nek. (Természetesen ide tartozik az akut ellátás vizsgálati kérése is.)

Feladat	Egység	Leírás
Modalitás kapacitás előjegyzése	RIS	A radiológiai informatikai rendszer a HIS-től kapott páciens adatok alapján létrehoz egy bejegyzést a PACS adatbázisában és hozzárendeli az adott vizsgálatot egy készülékhez (pl. a 3-as röntgen helyiséghez).
A páciens értesítést kap a vizsgálat időpontjáról, helyszínéről	HIS	A HIS automatikusan kinyomtat egy értesítőt a páciens részére. Amennyiben szükséges figyelmezteti a személyzetet, hogy az adott vizsgálat előtt labor elvégzése szükséges, a páciens ezeket a várakozási idő alatt elvégzi.
Előzmények előkészítése	RIS	A vizsgálatot megelőző napon a RIS lekérdezi a PACS adatbázisból előzmények után kutatva. Amennyiben talál olyan előzményt, ami lassú adattárban található, úgy azt automatikusan átmozgatja a gyors hozzáférést biztosító adattárba (ez az ún. pre-fetch).

Azért tekintjük a képi diagnosztika első lépcsőfokának a klinikust, mert ő a szolgáltatás (röntgen, ultrahang stb.) megrendelője. A klinikus tájékozottsága a radiológiai módszerek képalkotó lehetőségeiről és a helyileg időben hozzáférhető radiológiai arzenál szabja meg, hogy melyik módszert választja. (A képalkotó módszerek teljesítőképessége folyamatosan változik a technikai fejlődésnek köszönhetően, ezért a klinikusok rendszeres továbbképzése elengedhetetlen.) Sok esetben egy költségesebb vizsgálat (pl. CT vagy MR) ki tudna váltani egy sor más vizsgálatot, de nem áll rendelkezésre, ezért a páciens több korszerűtlen vizsgálaton esik át (gondoljunk itt a kényelmetlenségekre és a betegnapok számára, a betegség progressziójára) és az egészségbiztosító vagy a kórház összességében többet fizet a szükségesnél, a végeredmény pedig elmarad az optimálistól.

A papír adatlapok helyett korszerű kórházak táblaszámítógépeket és elektronikus kérdőíveket használnak adatgyűjtésre. De van olyan HIS is, ami a beszkennelt papír formanyomtatványokból automatikusan felismeri és digitalizálja az adatokat. Bár ezen eszközök plusz kiadást jelentenek, de lehetővé teszik kisebb létszámú klerikus személyzet alkalmazását.

Itt még annyit érdemes kiemelni, hogy a legtöbb HIS is képes a radiológiai folyamatok levezetésére. Ezek mind a HIS-ben, mind a PACS-RIS-ben az adott vizsgálat pillanatnyi státuszának módosításával történnek. Egy adott munkahelyen előnyösebb lehet, ha a HIS-t használjuk elsődleges rendszerként. De ezt csak abban az esetben tehetjük, ha mind a HIS, mind a PACS támogatja a bejövő és a kimenő HL7-es üzenet cserét (inbound és outbound HL7-es üzenetek). Különböző módon nincs mód a két adatbázisban az adatok szinkronban való tartására manuális lépések nélkül. És minden kézi beavatkozás egy potenciális hibapont a rendszerben és egy folyamatos pénznyelő.

A vizsgálat végrehajtása

Ami nagy nap a páciens életében valószínűleg csak egy rutin munkanap a radiológiai osztály személyzete számára. Mégis minden vizsgálat, minden nap egy kicsit más.

Feladat	Egység	Leírás
A páciens megérkezik a vizsgálatra	HIS	Feljegyzi a páciens bejövételének időpontját és értesíti az asszisztenciát, hogy a beteg előkészíthető a vizsgálatra. A beteg kitölti a szükséges kérdőíveket és hozzájárul a vizsgálatához aláírva a szükséges nyilatkozatokat.

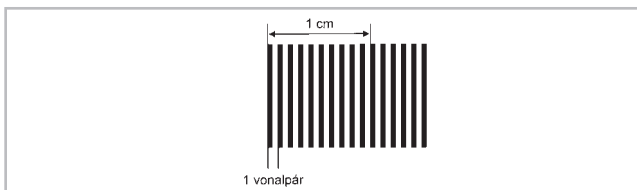
Feladat	Egység	Leírás
		Az asszisztens ellenőrzi a páciens-adatokat és amennyiben szükséges, korrigálja azokat
Páciens adat szinkronizálás	RIS	A HIS elküldi a javított páciens adatot HL7-es üzenet formájában a RIS-nek, mely automatikusan kijavítja a megfelelő adatbázis bejegyzést.
A páciens megkapja a szükséges előkészítést	HIS	Az asszisztens bejegyzi a HIS-be, hogy a páciens kész a vizsgálatra és értesíti a röntgen asszisztent. Továbbá küld egy üzenetet a RIS-nek, hogy a páciens készen áll a vizsgálatra.
A röntgen asszisztens lehívja a páciens adatait a modalításra	RIS	A modalitás egy DICOM lekérdezést intéz a RIS felé, amiben lekéri az összes páciens, aki az adott napon elő lett jelezve, és már elő van készítve a vizsgálatra. A röntgen asszisztens ki választja a készülék kezelő pultján a soron következő páciens nevét, egyezteti a beteggel az adatokat.
Esetleges adatkorrekció szükséges	RIS	A röntgen asszisztens kijavítja a hibásan begépelte adatot a modalitás kezelő pultján, vagy egyszerűen begépel a páciens összes adatát egy sürgősségi vizsgálat esetében, amikor nem volt mód az előző lépések elvégzésére.
Előzmények szkennelése	PACS	A röntgen asszisztens beszkenneli a páciens előző filmjeit, röntgen tasakját, esetleg csatolja a külsérelmi nyomokról készült digitális fényképet és begépel, vagy rámondja saját megjegyzéseit a vizsgálatkal kapcsolatosan.
Elkészülnek a felvételek	PACS	A modalitás elküldi a felvételeket a képarchívumba DICOM protokoll használatával. Esetenként több célpontnak is elküldi a felvételeket. Figyelem, nem minden modalitás DICOM kompatibilis. A PACS-nak tudnia kell fogadni non-DICOM képeket is!
Adategyeztetés a felvételek beérkezésekor	RIS	A beérkező DICOM felvételek egyedileg azonosíthatók és tartalmazzák a legfontosabb páciens adatokat. Megérkezéskor a RIS automatikusan egyezteti az adatokat. Amennyiben a páciens azonosító kód megegyezik valamely adatbázisban szereplő páciensével, akkor a beprogramozott szabályoknak megfelelően vagy automatikusan kijavítja a páciens adatokat, vagy megjelöli az adott vizsgálatot, hogy az adminisztrátor manuálisan kijavíthassa azokat. Amennyiben ilyen azonosító kód még nem szerepel az adatbázisban – a RIS létrehoz egy új páciens bejegyzést.
Páciens adat javítás a HIS-ben	RIS	A RIS egy HL7-es üzenetet küld a HIS-nek, amely kijavítja a hibás adatot, vagy utólag bejegyzi a sürgősséggel ellátott páciens adatait.
A felvételek az archívumba kerülnek	PACS	A felvételek a gyors hozzáféréstől háttértárra kerülnek (DAS, RAID, NAS vagy SAN). Fontos hogy a felvételeket a PACS módosítás nélkül tárolja, mivel a DICOM egy nyitott szabvány és megengedi, hogy a gyártók egyes adatokat nem dokumentált módon tároljanak. A PACS ne tegyen különbséget olyan adat között, amit tud, és amit nem tud értelmezni, archiváljon mindent eredeti formájában.
Vizsgálatok tetszés szerinti tömörítése	PACS	A képarchívum legyen képes vizsgálati típus függvényében automatikus tömörítés alkalmazására (mind veszteségmentes, mind veszteséges, alapkövetelmény a JPEG2000 tömörítés támogatása). Ezzel a technikával nem csak tárhelyet spórolhatunk, de a hálózati forgalmat és jelentősen csökkenthetjük. Pl. tömörítse a röntgenfelvételeket egy tizedére és az ultrahangokat egy ötödére.
A vizsgálat kiegészítése	PACS	A röntgen asszisztens utólag rekonstruált néhány idegensikű metszetet vagy egy késői felvételt készített másnap.
Az új felvételek hozzárendelése meglévő vizsgálatokhoz	PACS	Mivel minden egyes felvétel a páciens adatain kívül magában hordozza a vizsgálat azonosítására szolgáló adatokat is, ezért amikor új felvételek kerülnek az archívumba a PACS automatikusan a megfelelő vizsgálatokhoz illeszti őket.
A vizsgálat lezárult	PACS	A PACS értesíti a RIS-t arról, hogy az összes felvétel az adattárban megtalálható.
A betegforgalom monitorozása	HIS	A RIS egy HL7-es üzenetet küld a HIS-nek, jelezve, hogy a vizsgálat elkészült. A HIS feljegyzi az időpontot és a későbbiekben el tudja készíteni az osztályra jellemző betegforgalmi adatokat (várakozási idők, egyes munkahelyek vagy személyek teljesítményét stb.)

A fenti táblázatban szerepel a mágius DICOM szócska. Bár nem lehet célunk a szabvány ismertetése, annyit mindenképpen elmondunk róla, hogy a „DICOM-kompatibilis” kifejezés nem jelent semmit. A DICOM-szabvány célja az, hogy biztosítsuk az „átjárhatóságot” a különböző gyártók készülék-

kei és programja között. Igen ám, de a szabványnak különböző részegységei vannak. Ha egy készülék tud DICOM-ot nyomtatni, az már DICOM kompatibilis, viszont ez nem jelenti azt, hogy adatot fog tudni cserélni a DICOM-kompatibilis háttértárral, hiszen ez utóbbi nem tud nyomtatni. Az egyetlen módja annak eldöntésére, hogy két készülék kompatibilis-e egymással, a DICOM nyilatkozatok összevetése. Ezt bízunk szakemberre, és mindenképp ellenőrizzük, mielőtt megrendeljük a készülékeket és a programokat. A Chicagóban évente megrendezett IHE a színhelye annak az erőfeszítésnek, amit a gyártók tesznek a kompatibilitás tesztelésé érdekében. Az IHE minden évben publikálja a sikeres résztvevők eredményeit.

A másik irányt azok a cégek képviselik, akik nem gyártanak teljes körű rendszert, hanem csak egyes komponenseket, pl. csak DICOM tárat, képmegjelenítőt vagy film szkennert software-t készítenek. Ezen komponensek szükségszerűen csak DICOM-ot tudnak, annak minden korlátjával. A felhasználóra hárul a kockázat, hogy működőképes rendszert állítson össze a modulokból, ami persze lehetséges, de kockázatos.

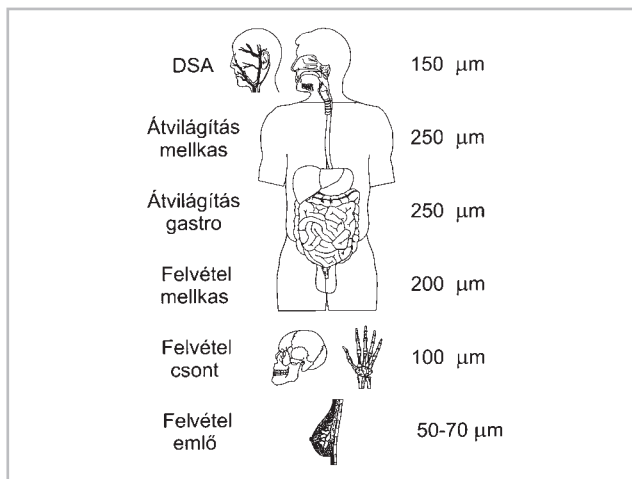
Szóljunk két szót a szükséges és elégséges képminőségről (ALARA elv). Ezt a témát a Magyar Radiológusok Társasága 2001-es április 20-án debreceni „Hol tart 2001-ben a Digitális Radiológia?” konferencián részletesen megtárgyaltuk. Itt csupán a képminőség egyik favorizált aspektusáról beszélünk, a felbontásról. Ne feledjük, hogy a képi diagnosztika célja egy adott klinikai kérdés megválaszolása. A beavatkozásnak elégséges adattal kell szolgálnia a diagnózishoz, nem többel, nem kevesebbel. A felbontás kérdése azért érdekes e cikk keretein belül, mert a képek méretének növekedésével csökken a számítógépes rendszerek hatékonysága (betelik a memória, lelassul a hálózat, megnő a háttértár igény stb.).



1. ábra
A felbontás definíciója

Egy vonalpár (angolul line-pair) egy fekete és egy fehér vonalat jelent. Azaz 10 vp/cm = 10 fekete + 10 fehér vonal centiméterenként, tehát 1 vonal vastagsága = 50 µm. Egysége a vonalpár/mm, azaz vp/mm (angolul lp/mm). Mivel az irodalomban szinte mindenütt az angol lp/mm-t használják magam is ezt alkalmazom. Tehát hol van a határ a szükséges és elégséges között? A röntgenfelvételek felbontás követelményei teljes mértékben vizsgálat függőek, azonban egyes vizsgálatok szerint az orvosilag fontos képtartalom 0 lp/mm (lp = line pair vagy magyarul vonalpár) és 2 lp/mm közötti frekvencián található, az apróbb részletek is hozzájárulhatnak a képminőség növeléséhez, de szerepük csekély. Tehát ha 2 lp/mm-en az MTF nagyobb 20%-nál ez már elegendő a viz-

gálatok nagy átlagához. És ne feledjük, hogy a direkt röntgen nagyítás majdnem mindig alkalmazható azokban az esetekben, amikor ez mégsem elegendő.



2. ábra
A klinikailag kívánatos felbontás vizsgálati típusokra bontva

Az ábrabeli felbontási értékeket pillanatnyilag el lehet fogadni kiinduló pontnak, azonban ezek folyamatosan változhatnak és változnak is. A valós idejű (real-time) leképezésnél, kivéve a DSA-t, nincs szükség túl finom felbontásra, nagyobb jelentősége van a megfelelő képváltási frekvenciának. Ott viszont, ahol finom struktúrák (csontgerendák, mikrocalcifikációk) detektálására van szükség, a felbontásnak a lehető legjobbnak kell lennie. Mammográfia tekintetében nagyon szórónak a különböző javaslatokban szereplő határértékek (25-100 µm között), de nagy többségben a kívánatos felbontást 50-100 µm közé teszik, inkább az 50-hez közelebb. Ez az okfejtés nem csak a képrögzítésre, de a kép megjelenítésre is igaz (lásd tovább). Általánosságban elfogadhatjuk, hogy a 2-3 millió képponttal rendelkező röntgenfelvételek jelentik a szakmailag elfogadható kompromisszumot a költségek és a felvételek diagnosztikus értéke terén. Ennél részletgazdagabb képek előállítása csak speciális esetekben indokolt. További előny, hogy a 2-3 millió pixeles felvételek optimális nagyítás mellett jeleníthetők meg a 2-3 millió pixeles monitorokon.

A tárolásos foszfor képlemez rendszerek az alacsonyabb indulási költségek miatt, várhatóan a jövőben is a digitális radiográfia egyik meghatározó irányzata maradnak, egy olyan hibrid környezetben, ahol az egyéb digitális detektorok is egyre nagyobb szerepet fognak játszani, sőt, nem kizárható, hogy a hagyományos filmes radiológia sem szorul ki teljesen még jó néhány évtizedig.

A tárolásos képlemez méretben és felvétel technikában semmiben sem térnek el a hagyományos röntgen kazettáktól, tehát a meglévő röntgen berendezésekkel használhatók. A gyártónak előnyös, hogy a zökkenőmentes munkavégzéshez minden méretű képlemezből többet kell vásárolni, közel a teljes kazetta parkot le kell cserélni képlemezre. Annak ellenére, hogy a képlemez 5 000 – 20 000-szer (gyártó-specifikus) exponálható kiolvashatók, mielőtt végleg elhasználód-

nak, előbb-utóbb mégis cserére szorulnak, sőt, jönnek az újabb generációk és akkor a folyamat kezdődik elölről. Terjed az ún. „pay-per-cycle” elszámolási mód is, amikor a rendszer telepítéskor nem kell kifizetni annak az árát, hanem minden egyes képlemez kiolvasásért a gyártó felszámol egy egységnyi összeget, mely már magában hordozza a garanciális szervizelés költségét és a kamatokat is (ez egy kölcsönbeadási szerződéshez hasonlítható).

Az egyes gyártók képlemezei és ezek olvasói közötti különbségek a következőkképpen foglalhatók össze röviden:

- a képlemez hordozórétege flexibilis vagy merevlemez,
- mennyi a garantált olvasási ciklusok száma (élettartam),
- hogyan rögzítik, hol rögzítik és mivel, hol tárolják a páciens információkat (a lemez memória chip-jében vagy vonalkódon) és ezt hogyan olvassák ki,
- van-e az olvasó egységen kazetta puffer,
- mennyi idő múlva készül el a végleges kép,
- mennyi ideig tartózkodik a kazetta az olvasóban (ciklusidő), tehát mennyi az olvasó áteresztőképessége,
- a kazetták és képlemezek méretbeli, felbontásbeli és szenzitivitásbeli választéka,
- az olvasó egység helyigénye,
- kazetta-képlemez ára, szerviz költségek, szervizellátottság stb.

Tehát alapvető különbségek nincsenek, de az üzemeltetés szempontjából jelentős eltérések vannak az egyes gyártók termékei között.

Leletezés

Elérkeztünk a leletezésig. Ismét ki szeretnénk emelni, hogy amit a köztudatban PACS-nek hiszünk, az tulajdonképpen a PACS-nak csupán egy részegysége, a leletező munkaállomás és annak a képmegjelenítő szoftvere. Bár ezek természetesen a rendszer legfontosabb részei a radiológus szemszögéből, nagy hibát követhet el az a gazdasági szakember, aki egy rendszer kiválasztásánál csak a radiológus véleményét kéri ki. A különböző gyártók diagnosztikus képmegjelenítő programjai 95%-ban azonos funkcionalitással rendelkeznek. Jelenleg a világon kb. 200-220 képmegjelenítő szoftvert gyártó cég található. Ezek nagy része rudimentáris képességekkel rendelkezik a képmegjelenítésen túl. A lényeg megingt csak a skálázhatóság és az integrációs képességek. De erről még fogunk beszélni a továbbiakban. Most lássuk a leletezés során a háttérben lejátszódó folyamatokat.

Feladat	Egység	Leírás
Felvételek rendelkezésre állása	PACS	Amennyiben radiológus nincs a helyszínen, a PACS a betáplált szabályoknak megfelelően automatikusan továbbítja a felvételeket egy megadott számítógépre (pl. a radiológus otthoni gépére). Fontos, hogy a PACS különbséget tudjon tenni lassú és gyors vonalon elhelyezkedő célpontok közt, és automatikusan tömöríteni tudja a felvételeket dial-up modemek esetében.
Radiológus értesítése	RIS	Amint a vizsgálat elkészült és/vagy az összes felvétel megérkezett a távoli gépre, a RIS automatikusan küld egy üzenetet az ügyeletes radiológusnak. A RIS-nek rendelkeznie kell web portállal, mely lehetőséget ad a radiológusnak a csatlakozásra a szerverre bármely internet hozzáféréssel rendelkező számítógépről. A RIS irányítja a tűzfal és a vírus ellenőrző szoftvereket is.

Feladat	Egység	Leírás
A radiológus bejelentkezik a szerverre	RIS	A szerver ellenőrzi a felhasználónevet és jelszót, és ezek alapján engedélyez bizonyos funkciókat és korlátoz jogokat a PACS rendszeren belül. A korszerű rendszerek, mint amilyen a StorCOMM MedVIEW is, támogatják a biometrikus felhasználó azonosítást (pl. ujjlenyomat vagy aláírás).
A radiológus megnyitja a vizsgálatot	PACS	Gyors helyi hálózatok esetében a képek a megnyitás pillanatában kerülnek a leletező munkáállomásra. Lassú hálózat esetében (internet) a felvételek már a megnyitás pillanatában is a leletező munkaállomáson helyezkednek el és innen éri el őket a szoftver. A felhasználó szempontjából a két művelet közt nincs különbség, ugyanis a leletező munkaállomás szinkronizálja a megnyitás pillanatában a helyi másolatot a szerveren lévő eredetivel.
Az előzmények dinamikus lekérdezése	RIS	A leletező munkaállomás képes kell legyen a szerveren kívül más célpontokon (más szervereken, modulációkon vagy leletező munka-állomásokon) az előzmények felkutatására a páciens azonosító vagy a demográfiai adatok alapján. Ez utóbbi akkor nagyon fontos, ha a különböző kórházakban eltér a nomenklatúra.
Az előző leletek megjelenítése	PACS	A leletező munkaállomás automatikusan lekéri az összes előző vizsgálathoz tartozó legmagasabb szintű és legfrissebb leletet. Fontos hogy a szoftver képes legyen a lelet megnyitására a teljes vizsgálat megnyitása nélkül, különben a leletezés igencsak lelassul.
Felhasználói beállítások	PACS	A képmegjelenítő állomás kezelő felülete egyedileg átszabható kell legyen. A felhasználó szerepétől az intézetben függjön az, hogy milyen jogokkal rendelkezik, és milyen funkciókat használhat a programon belül. A GUI (betűk és gombok nagysága, oszlopok szélessége, ablakok mérete és helyzete, eszköztárak összetétele) függjön a monitorok nagyságától, irányától, felbontásától és FF vagy színes voltától. Minden egyes vizsgálati típus rendelkezék saját átszabható kijelzési módokkal, különben a radiológusra vagy asszisztensére rengeteg időigényes kézi rendezés vár. A felhasználói preferenciákat legyen képes elmenteni a központi számítógépen, hogy azok mindig rendelkezésre álljanak függetlenül attól, éppen mely számítógépet használja az adott felhasználó.
Képmegjelenítés	PACS	A feladathoz megfelelő számú és elegendő felbontású monitornak kalibrálnak kell lenni. A leletezés körülményeit is meg kell teremteni. A számítógépeknek elég gyorsnak kell lennie, esetenként több ezer felvétel egyidejű megnyitáshoz elegendő memóriával és tárhellyel kell rendelkeznie. A leletező szoftver le tudja kezelni a tömörítve érkező felvételeket, és dinamikusan kicsomagolja azokat. Automatikusan alkalmaznia kell a vizsgálathoz legjobban illő ablakozást és nagyítást.
Képmánipulálás	PACS	A leletező szoftver-nek rendelkeznie kell az összes alapvető képmánipulációs funkcióval. Az ablakozás, nagyítás, DICOM gray scale presentation states, kulcs fontosságú képek megjelenése, undo és redo igen fontosak a mindennapi munka során. Előnyös, ha a monitor pixel denzitás kalibrálható, mert akkor az anatómia valós méretben jeleníthető meg a monitoron, és pl. ortopéd sablonok közvetlenül a monitorhoz mérhető, közti film nyomtatása nélkül.
Automatikus kijelentkezés	PACS	Ha a radiológus el kell hagynia munkahelyét a PACS képes kell legyen automatikusan kijelenteni a felhasználót a rendszerből a páciens adatok védelme érdekében.
Előzmények értékelése	PACS	A találtak alapján a radiológus kiválasztja mely korábbi vizsgálatot szeretné összevetni a jelenlegivel. A PACS lekéri az adott előzményt, a radiológus egymás mellé helyezi a felvételeket, esetleg szinkronban végig lapoz a felvételeken. A PACS-nek tudnia kell megszakítania egy letöltést és újraindítani bármely felvételnél. Nagyon fontos, hogy lassú vonalak esetében a PACS el tudja küldeni tömörített formában a felvételeket, de még fontosabb, hogy leletezés közben egy gombnyomásra bármely felvétel eredeti felbontásban lekérhető legyen!
Röntgen technikus megjegyzései	PACS	A radiológus megtekinti a beszkenelt iratokat, meghallgatja a röntgen asszisztens megjegyzéseit. Igen fontos, hogy a hozzáférést ezekhez az információkhoz korlátozni lehessen bizonyos felhasználó csoportokra (pl. a gyermekbántalmazási fényképeket ne láthassák a pediátereken és radiológusokon kívül mások, vagy az asszisztens megjegyzéseit csak a radiológus tekinthesse meg stb.).

Feladat	Egység	Leírás
Leletelezés a képmegjelenítő szoftveren belül	PACS	Amennyiben a PACS rendelkezik leletelező funkciókkal, az orvos a teljes leletelezési folyamatot a PACS-en belül lebonyolíthatja. Fontos, hogy a lelet verifikálása és konzultációja megoldott legyen. A korszerű leletelező szoftverek rendelkeznek sablonokkal és negatív lelet mintákkal, továbbá megengedik ilyenek létrehozását is. A StorCOMM MedVIEW ilyen. Célserű, hogy a radiológus hangos megjegyzésekkel is el tudja látni a felvételeket.
Leletelezés beszédfelismeréssel kombinálva	PACS, SR	A korszerű leletelező munkaállomások támogatják beszédfelismerő szoftverek használatát. Ez lehet beszédfelismerés a leletelezőn belül vagy kívül, fontos azonban, hogy a speciális mikrofonokat és lábd pedalokat is támogassa a PACS rendszer. Természetesen olyan beszédfelismerő szoftvert kell keresnünk, mely a magyar nyelvet ismeri, és amely rendelkezik speciális radiológiai szókincsrel.
Lelettovábbítás a HIS-nek	PACS, RIS	A leletelező vagy beszédfelismerő szoftverek elküldik a lelet szövegét a HIS-nek HL7-es üzenet formájában.
Leletelezés a HIS-ben	HIS	Amennyiben a leletelezés a kórház információs rendszeren keresztül történik, ami elég gyakori eset, akkor a HIS az elkészült és verifikált leletet HL7-es üzenet formájában elküldi a RIS-nek, mely a megfelelő vizsgálathoz rögzíti, és egyben megjelöli a vizsgálatot, mint lezártat befejezett vizsgálatot.
Az új képek elmentése	PACS	Ha a leletelezés során a radiológus új felvételeket hozott létre (pl. összeillesztve két röntgenfelvételt vagy MPR, MIP-et készítve) vagy létrehozott új GSPS-eket, azok automatikusan visszakerüljenek a szerverre mindennemű manuális művelet mellőzésével. Minden egyes manuális lépés egy hiba lehetőség a rendszerben.
Tele-radiológia támogatása	PACS	Amennyiben a radiológus nem tartozik az intézetben a PACS rendelkezésként internetes felülettel, melyen keresztül mindennemű program installálása nélkül, szabványos internet böngészőt használva, a radiológus áttekintheti a felvételeket. De rendelkeznek annak a lehetőségével is, hogy az intézetben belül használt képmegjelenítőt fel tudja installálni a távoli gépre, ezzel azonos munkakörnyezetet (GUI, funkciókat, jogokat) biztosítva, mint az intézményben belül.
Oktatási tevékenység támogatása	PACS	Az érdekes klinikai eseteket tudományos vagy oktatásban felhasználni szándékozó radiológus képes kell legyen elmenteni az adott vizsgálatot a saját „mappájába”. A PACS képes legyen kitörölni a páciens személyes adatait az összes képből (beleértve a DICOM tag-eket és a pixel tartalmat) és leletből, hogy a diákokhoz került másolatokból ne lehessen visszakövetkeztetni a páciensre.

A legtöbb gyártó oly módon dobja piacra a képmegjelenítő szoftverét, hogy a legnagyobb tudású ún. diagnosztikus változaton kívül, lebutított klinikus vagy referens változatot is forgalomba hoz. Leggyakrabban azonos szoftverről van szó, amiben egyes funkciók ki vannak kapcsolva. Figyeljünk oda arra, milyen módon ellenőrzi a gyártó a funkciókat. Amennyiben a ki-, bekapcsolás hardware kulcsok segítségével történik, úgy az adott számítógép vagy diagnosztikus vagy lebutított. Ekkor annyi diagnosztikus állomást kell vennünk, ahány helyről történhet leletelezés (ami lehet több, mint ahány radiológusunk van). Ha a szoftver képes a szerverről igényelni funkciókat konkurens licencek formájában, akkor az adott felhasználó szerepétől függ mely funkciók elérhetők az adott gépen. Tehát ebben az esetben annyi diagnosztikus licence-re van szükségünk, ahány radiológus fog egy időben leletelezni (ami lehet lényegesen kevesebb a radiológusok számánál). Egyes cégek kórház-llicence-t is kínálnak, amikor egy adott kórház minden felmerülő szoftver igényét egy adott időn belül díjtalanul kielégítene.

További teendők

A lelet önmagában nem jó semmire, ha nem jut el időben (értsd mihamarabb) a páciens további sorsáról döntő orvoshoz.

Feladat	Egység	Leírás
Vizsgálati eredmények a páciensnek	PACS	A páciensek jogos elvárása, hogy saját felvételeikről másolattal rendelkezzenek. Hagyományosan ezt egy másolat nyomtatásával vagy aláírás ellenében az eredeti felvétel kiadásával értük el. Minden PACS képes DICOM interchange CD-ROM-ot készíteni, mely előállítás költsége töredéke a lézer film költségének.
Vizsgálati eredmények eljuttatása a klinikushoz	RIS, HIS	Ideális esetben a klinikus a RIS-en keresztül fér hozzá a képalkotó eljárás eredményeihez. Amennyiben ez valami oknál fogva megoldhatatlan, a PACS, RIS vagy HIS-nek képesnek kell lennie e-mail-ben vagy faxon továbbítani a leletet a klinikushoz. Fontos hogy interneten át valós időben hozzáférhető legyen az archívum, tehát ne kelljen másolatot készíteni a vizsgálatokról.
A felvételek hosszú távú tárolása	PACS	A felvételek visszakeresésének gyakorisága gyorsan csökken a páciens elbocsátását követően, statisztikák bizonyítják, hogy egy év elteltével a vizsgálatok kb. 5%-ra tartanak igényt a radiológusok és klinikusok. Ezért indokolt a régebbi felvételek átmozgatása olcsóbb és lassúbb tároló típusokra (pl. DVD-kre vagy mágnes szalagokra). Ezt a folyamatot a PACS-nek automatikusan kell tudnia bonyolítani.
Felvételek utólagos tömörítése	PACS	Az előző ponttal megegyező indokok alapján indokolt a régebbi felvételek veszteséges (10:1 vagy 20:1) tömörített formában tárolása. Ezek primer diagnózisra ugyan már nem lesznek alkalmasak, de összehasonlításra még mindig jól használhatók. A PACS-nek tudnia kell automatikusan beolvasni a régebbi felvételeket, letömöríteni és felülni a tömörítetlen file-okat koruk alapján.
Páciens ágy melletti lelet megtekintés	RIS	A klinikusok igénylik a vizsgálati eredményekhez való hozzáférést betegágy mellett, ez vezetékmentes tenyérgepekről vagy érintésérzékeny képernyős tábla-PC-kről megoldható. Előnyös, ha a RIS rendelkezik alacsony felbontású web portál oldallal is, így kis tenyér-gépekről, PDA-ról is el lehet érni a leletek szövegét, sőt esetleg a felvételeket megmutatni a páciensnek.
Páciens adat egyeztetés	RIS	Ha a vizsgálat időpontjában a páciens demográfiai adatok nem állnak rendelkezésre (pl. eszmélet vesztett páciens iratok nélkül), akkor a RIS utólag tudja hozzárendelni az adott vizsgálatot egy létező páciens vizsgálatához, vagy tudja utólag szinkronizálni a különböző rendszerekben található adatokat.

Elszámolás és finanszírozás

Essék két szó az elszámolásról is.

Feladat	Egység	Leírás
Nyomon követés	RIS	Ha utólag szükségessé válik az adott vizsgálattal történtek elemzésére (pl. mikor érkezett a páciens a kórházba, mikor készülték a felvételek, mikor született meg a lelet, ki törölte ki a vizsgálatot, ki nyomtatta ki a felvételeket stb.) a RIS ki tudja válogatni a napló log file-okból az adott vizsgálatra vonatkozó össze bejegyzést és egy áttekinthető listát készíten a történetekről. Ennek persze előfeltétele, hogy a rendszer minden egyes műveletet képes legyen naplózni.
Finanszírozás	HIS	A vizsgálat tartalmának megfelelő számla elkészül és a finanszírozó egységnek automatikusan el lesz küldve. A kifizetés tényét is nyomon követi a rendszer.

Anyagi fedezet nélkül a képi diagnosztika színvonala nem biztosítható. A statisztikák azonban nem csak a finanszírozást szolgálhatják, jól jönnek pl. a munkafolyamatok finomításánál is. Segítségükkel átszervezhető a radiológia, hogy a munkaerő leterheltsége egyenletes, a gépi eszközök kihasználtsága maximális, a költségek pedig minimálisak legyenek. A digitális előjegyzés, képalkotás, képtárolás, leletelezés és elszámolás megoldást jelenthet a fenti problémákra, amennyiben megfelelően van bevezetve és a hangsúly a gondos

igény felmérésén, elemzésén, megfelelő rendszer kiválasztásán és szakszerű üzembe helyezésén van.

VALÓBAN PACS-ET AKARUNK?

A fenti felsorolásból jól látható, hogy a RIS tulajdonképpen mediátor szerepet tölt be a PACS és a HIS között. Azonban egyre több cég kínál RIS funkciókat PACS termékeikben, összemosva ezzel a RIS-PACS határt. A másik oldalon több gyártó felismerve a HIS-RIS integráció buktatóit integrált csomagokat kezd forgalmazni.

A képi diagnosztika színvonala sokféleképpen növelhető, a HIS-RIS-PACS nem minden esetben jelenti a leghatékonyabb megoldást (gondoljunk pl. egy egyszemélyes munkahelyre, ahol egy komplex rendszer bevezetése teljesen indokolatlan és költségaránytalan lenne). Általánosságban kijelenthetjük, hogy a HIS-RIS-PACS bevezetése önmagában nem tudja megoldani az összes munkahelyi problémát. Ha egy osztály krónikus személyzet hiánnyal küzd vagy folyamatosan alul finanszírozott, a PACS nem fog enyhíteni ezeken a problémákon, sőt akár súlyosbíthatja is azokat. A PACS képes egy rossz munkafolyamat kiszolgáltatására csakúgy, mint egy jól megszervezett folyamat támogatására. A PACS-nek mindegy. Előbb rendet kell rakni a munkahelyen és csak utána ugrani fejest a PACS-be!

A PACS egy munkaeszköz, aminek megvannak a saját korlátai, használati előfeltételei és karbantartási igényei, tehát egyes esetekben helytelen bevezetése egyenesen ártalmas lehet. Ha nem a megfelelő PACS-ot választjuk, ha nem helyesen konfiguráljuk, ha nem készítjük fel a személyzetet a használatára, akkor vettünk egy drága és haszontalan rendszert, ami néhány éven belül erkölcsileg is selejté válik. A tanulság? – az idő és energia, amit a tervezésre fordítunk, százszorosán megtérül a későbbiekben.

A DIGITÁLIS RADIOLÓGIA MŰSZAKI ELŐFELTÉTELEI

Tekintsük át mi változott a képi diagnosztikában a digitális radiológia bevezetésével. Egy szóval – minden! A következő lista a teljesség igénye nélkül hivatott rávilágítani a különbségekre.

Feladat	A régi szép időkben	Ma
Adatgyűjtés	Titkosírással kitöltött formanyomtatványok olvashatatlan fénymásolatai	Tábla-számítógépeken kipipált elektronikus kérdőívek
Biztonság	Kulcs a zárban	Ujjlenyomat, jelszó
Képrögzítés	Film-ernyő a röntgen kazettában	Félvezető detektorok, foszfor lemezek
Megtekintés	Film a nézőszekrényen	Felvétel a monitoron
Képmanipulálás	Spot lámpa, nagyító	Szoftveres képmanipulációk
Adattárolás	Film, papír a tasakban	Merevlemez, mágnes szalagos vagy optikai háttértárak
Adattovábbítás	Futár, fax, telefon	Helyi hálózatok, internet, e-mail, telefon
Leletezés	Klári-néni a kopogós írógépével	Beszéd felismerés, elektronikus sablonok
Segítség	Tapasztaltabb kollégánk tanácsa	Alakfelismerő szoftverek, CAD
Képmásolat	Optikai úton készült filmmásolat	Még egy nyomtatott másolat
Konzultáció	Kollégánk mellettünk áll és együtt nézzük ugyan azt a felvételt	Interneten keresztül megbeszéljük a monitoron látottakat
Adatelemzés	ORSI és eu. statisztikák készítése	Data mining adatbázisokban

Feladat	A régi szép időkben	Ma
Tele-radiológia	Doktor úr, a beteg nincs jó színben, bejön?	Nighthawk szolgálatok, Ausztrália és India leletez Amerikának, amikor az USA-ban alszanak a radiológusok

Nem szeretnénk azt a benyomást kelteni, hogy visszasírjuk a „régi szép időket”, de tény hogy a képi diagnosztika ember-közeli volt a digitális képalkotás előtti időkben. Ugyan akkor fel kell ismernünk azt, hogy a mai kihívásoknak nem tudunk megfelelni a tegnapi eszközeivel. Tehát a jövő egyértelműen digitális.

Ejtsünk egy szót az eszközök kiválasztásának szempontjairól. A PACS-HIS standard számítástechnikai eszközön alapszik, kivéve talán a monitorokat. Egy teljes körű rendszer felépítéséhez szerver és munkaállomás hardverre van szükség, hálózati eszközökre, adattárakra. A modern szoftverek minden nehézség nélkül futtathatók megfelelő teljesítményű standard számítógépeken. Azok az idők, amikor specializált hardware-re volt szükség, elmúltak. Talán örök vita marad mely operációs rendszer a legmegbízhatóbb, de a szerzők meggyőződése hogy munkaállomás vonalon a Windows egyértelműen a legelőnyösebb. Hazánkban elterjedt a nézet hogy a Linux kevésbé van kitéve vírus-támadásoknak, mint a Windows (ami talán igaz is) és ezért jobb operációs rendszer szerver oldalon. A Linux azonban legalább 20, széles körben elterjedt változatban megtalálható, ami lehetetlenné teszi a PACS gyártók számára a megfelelő tesztelés elvégzését (a szoftvert minden egyes Linux változatban minden upgrade után le kellene tesztelni), ami azt jelenti, hogy a felhasználó aránytalanul nagy kockázatot vállal. A nyílt forráskód pedig, többek közt azt is jelenti, hogy sokan sokféleképpen kiszámíthatatlanul belenyúlhatnak a rendszerbe. A Windows platform egyértelmű előnyt jelent a gyártóknak és felhasználóknak egyaránt, mert ellenőrzött körülmények közt fejlesztik és tesztelik, és mert a Microsoft Certified Partner-ek jóval korábban juthatnak hozzá a béta változatokhoz és elkezdhetik a termékeik tesztelését még mielőtt a következő generáció napvilágot látna.

A háttértár egy másik nehéz kérdés. A kórházak általában több évnyi tárhelyet szeretnének biztosítani a felvételeknek és ezért óriási merevlemez tömböket, DVD jukebox-okat és szalag könyvtárakat vásárolnak. Mivel azonban a médium árak évről évre fokozatosan csökkennek, gazdaságilag értelmesebb minden évben a következő évre való tárhelykapacitást megvásárolni. Ez persze csak akkor célszerű, ha a PACS le tud kezelni több háttértárat egyidejűleg, ami nem is olyan általános, mint gondolnánk. Nagyon fontos viszont, hogy az archívum legyen hiba toleráns (PI. RAID alapú, dupla tápegységgel), rendelkezék backup-al (pl. mágnes szalagra) és katasztrófa védelemmel (egy teljes másolat egy távol eső épületben). Pécszet a katasztrófa védelem és a backup úgy lesz megoldva, hogy az Egyetemi Klinika adatbázisát és képeit megtűkrözzük a Honvéd Kórházban és így mindkét hely a másik backup-ja lesz. Tűzvész vagy földrengés esetén a folyamatos üzemeltetés biztosítható a másik szerverről és az összes adat helyreállítható lesz órákon belül.

A munkafolyamatok meggyorsítását szolgálja, ha gyors elsődleges háttértárakat használunk, ami merevlemez alapú (NAS, SAN, DAS) és gyors hálózaton szállítjuk az adatokat a munkaállomásokhoz (a gigabites hálózatok alig jelentenek 25-40%-os plusz költséget, viszont 10-szer gyorsabbak a 100 megabit per másodpercesekhez). A tárhely mérete kicsit „megnyújtható” ha veszteségmentes tömörítést alkalmazunk, ez átlagban 2.5-szer csökkenti az adatmennyiséget, amit tárolunk, vagy a hálózaton át mozgathatunk. Durva megközelítésben egy városi-egyetemi osztály naponként megtermelt adatmennyiségét 2-3 GB-nak vehetjük, miközben egy rendelő esetleg csak 500 MB-nyi adatot generál naponként.

Azt az összeget, amit az archívumon megspórolunk, költjük jó monitorokra. Bár egyes adatok szerint alacsony kvalitású monitorokon is biztonságosan diagnosztizálhatunk, a leletezés ebben az esetben sok nagyítást, ablakozást és gördítést követel meg a pontosság biztosításához és legalább 3-szor tovább tart. Ez fokozottan igaz a röntgenfelvételek leletezésénél, tehát a nagy felbontású röntgen képek leletezéséhez használjunk nagy felbontású 3 millió pixeles fekete-fehér monitorokat. Az 5 millió pixeles vagy nagyobb felbontású monitorok nem jelentenek további produktivitás növekedést és áruk is csillagászati.

A katód csöves monitorok (CRT) még mindig a legjobb elérhető minőséget biztosítják, de az LCD-k az egyszerűbb karbantartás miatt egyre inkább kerülnek előtérbe. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy az LCD képernyők a mozgókép megjelenítésére kevésbé alkalmasak, mint a katód sugaras CRT-k, az LCD-ken a gyorsan változó tartalmú képek „szét-esnek”, tehát kardiológiai munkahelyekre vagy ultrahang CINE-k megtekintéséhez képcsőves CRT ajánlatos. Továbbá ahol színes felvételek nagy számban fordulnak elő (Doppler ultrahang, nukleáris medicina stb.) – érdemes színes monitorokat is használni. Ezért előnyös, ha a képmegjelenítő munkaállomás képes egyidejűleg nagyfelbontású fekete-fehér és színes monitorok támogatására.

Konzervatívnak kell lennünk a monitorok számát illetően, alapszabályként kimondhatjuk, hogy egy színes plusz kettő fekete-fehér monitoros rendszerrel soha ne vásároljunk nagyobb. Ez azzal magyarázható, hogy a leletezés a monitoron másként történik, mint filmről és nézőszekrényről és sokkal eredményesebb, ha csak 2 vagy 3 monitorra kell odafigyelni, de azok legyenek alkalmasak a feladat ellátására. Ugyanakkor minden osztályon biztosítani kell hozzáférési lehetőséget a klinikai és képi információhoz. És vásároljunk legalább egy fotométert a monitorok időszakos kalibrálásához, ha a monitorok nem rendelkeznek beépített kalibrálási lehetőséggel.

A 3. ábrán lévő bal oldali képernyő színes, a két másik képernyő fekete-fehér DICOM kalibrált képernyő. A színes felvételek megjeleníthetők a színes monitoron. Az internet böngésző helyett akár a HIS is futathatna.

Bár időről időre elhangzik a „film-mentes radiológia” szlogen a realitás azt mutatja, hogy ez addig nem érhető el, amíg sok páciens előzményeit filmen hozza magával, amíg



3. ábra
Tripla 3 millió pixeles diagnosztikus munkaállomás képernyő

archívumaink szinte kizárólag film és papír alapúak és a modalitások nagy része még mindig analóg. Fenn kell tartani a klerikális személyzetet az archívum karbantartására és a filmek mozgatására stb. Általában a filmes archívumokat nem szokták egyben beszkenyelni, mert az hatalmas költség, hanem a visszatérő páciensek filmjeit szkennelik csak és folyamatosan selejteznek, amíg az archívum el nem fogy. De gondoljunk a nagyfokú hardverfüggőségre, amit az elektronikus rendszerek jelentenek – a rendszer meghibásodása esetén (pl. hálózat túlterhelése, vírusfertőzés) nem tudunk majd hozzáférni az adatokhoz, megbénul az osztályos munka. Ezért minden osztályon érdemes néhány jobb állapotú nézőszekrényt és nagyobb osztályokon akár egy előhívó automatát és néhány hagyományos röntgen kazettát is üzemben tartani.

A digitális radiológia legnagyobb költségét egyértelműen a digitális modalitások jelentik. A modalitások beszerzési ára messze felülmúlja a számítógépek, monitorok, háttértárak, hálózat és szoftver licenzek együttes árát. Tehát ha valahol spórolhatunk, akkor itt lehet és érdemes kezdeni. A szerverek, háttértárak és gyors hálózatok nélkülözhetetlenek a PACS rendszer működéséhez, de ha három CR olvasó helyett kettővel kezdünk, maradunk a hagyományos mammográfiánál az első körben vagy az infúziós pumpa és röntgen film szkennel beszerzését későbbre halasztjuk, attól még a pácienseink megkapják a megfelelő szintű ellátást. Ha viszont nem telepítünk gyors háttértárakat, vagy nem vásárolunk elegendő monitort, akkor a PACS kudarcba fullad.

Talán nem annyira kézenfekvő, de a PACS sikere a felhasználókon múlik, nem a technikán és programokon. Ha a felhasználók el tudják látni a mindennapi teendőiket – elégedettek lesznek, ha nem – a legjobb rendszer is bukásra van ítélve. Tehát a tréninget nem szabad alábecsülni. A tréning sokszor szemléletváltást is igényel, tehát időigényes és költséges. Gondoljunk el, mi történne, ha bárki vezetői tanfolyam nélkül vezethetne autót! A PACS eszköztárát is el kell sajátítani a biztonságos és hatékony használat érdekében. A fentiekből következik, hogy minden GUI csere (új PACS vagy a régi új verziója) egy bonyolult feladat, tehát hibás az

a gondolkodásmód, hogy „egy kicsit használjuk, és ha nem jó – kicseréljük!” Ez nem járható út a medicinában, ahol emberéletek függenek a rendszer megbízható működésétől. Előnyös, ha ugyanaz az alkalmazás használható függetlenül attól, hogy a kórházon belül vagy kívülről szeretnénk elérni a klinikai adatokat, mert nem kell két GUI-t elsajátítani.

Ide kívánczik egy megjegyzés a nyelvi korlátokról. Sajnos kevés modalitás gyártó rendelkezik magyar nyelvű felhasználói felülettel. Hasonló a helyzet PACS vonalon is, bár jó hír, hogy Magyarországon is folyik PACS szoftver fejlesztés. A programok elsőprő többsége mégis angol nyelvű, mely nyelv a medicinában világnyelvvé vált az utóbbi évtizedekben. Természetesen az anyanyelven kommunikáló rendszer elsajátítása sokkal egyszerűbb, de a mai zsugorodó világban talán nem túlzás és nem hátrány, ha a felhasználók megtanulják az alapvető PACS szókincset angolul is. Ez utóbbi esetén világ kompatibilis tudásra tehetünk szert, ami a munkavállalónak jelentős előnyökkel járhat.

Közhelynek tűnhet, hogy olyan cég termékét vásároljuk, melynek van magyarországi képviselője és szerveze. Mégis gyakran meglepedkezünk erről, pedig ez fokozottan igaz nagy értékű berendezések vásárlásánál, ahol további követelmény a 95%-nál jobb up-time üzemidő.

Ha belegondolunk egy átlagos PACS sorsába, mely gyakran rész megoldásokkal kezdődik és fokozatosan éri el tervezett nagyságát, akkor világossá válik, hogy a skálázhatóság egy igen fontos tényező. Mit is jelent ez? Azt, hogy a PACS program kódja legyen alacsony erőforrás igényű (például egy teljes kórházi rendszer, adatbázissal, háttértárral, leletező szoftverrel és web portállal egy egyszerű laptopon is fusson) és ugyan az a kód el tudjon látni éves szinten kétszáz ezer vizsgálatot is! Egy egyetemi klinika esetében nem ritka, hogy a PACS-nek ezernél több felhasználója van, melyek hatalmas adatforgalmat tudnak generálni a hálózaton, egyidejű lekérdezéseikkel le tudják terhelni az adatbázis kezelőt és akár romba dönteni egy gyenge lábakon álló szervert is. Fontos, hogy az egyes funkció különálló szerver gépen is tudjanak futni. Pl. az első lépcsőben el lehet kezdeni egy szerverrel, majd leválasztani az adatbázis kezelőt egy külön gépre, később az archívum kezelését rábízni egy harmadikra. Ha a munkafolyamat sok nyomtatást igényel (ilyen is van PACS-ben!), akkor a nyomtatási kép generálását érdemes külön szerverre bízni. Ha teleradiológiai hálózatról van szó sok webes felhasználóval – az IIS-t kell leválasztani stb.. A szoftver skálázhatósága ebben az esetben azt fogja jelenteni, hogy a rendszer hatékonysága arányosan nő a rendelkezésre álló számítógépes teljesítmény növekedésével. A load balancing-ről és más fejlett technikákról helyhiány miatt nem tudunk itt szólni.

Talán nem véletlen mindezek után, hogy a StorCOMM nem PACS-nek, hanem CIMS-nek, Clinical Image Management System-nek, azaz klinikai képkezelő rendszernek, titulálja a termékét, hiszen a funkcionalitása messze túlmutat a képi információk megjelenítésén vagy tárolásán és lefedi a radiológia teljes munkafolyamatát és integrációs szükségleteit.

A DIGITÁLIS KÉPALKOTÁS TOVÁBBI ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI

Soroljuk röviden fel a digitális képalkotás előnyeit a korábban ecseteltek után:

- számtalan igen hasznos képmanipuláció használható, melyek egy része elérhető analóg úton is (a digitális nagyítás megfelel a lupe használatának, a zoom helyettesíthető direkt radiológiai nagyítással, azaz long cone felvételi technikával, de az ablakozás, szűrők, élkimelés, zajkivonás, dinamika tartománycsökkentés stb. csak a digitális felvételek esetében használható ki),
- a képi információt szöveges megjegyzésekkel, hangfelvételekkel, adatokkal tehetjük teljessé,
- hangfelismerő programok segíthetik a leletezést, helyettesíthetik a gépelést és „egerészt” (érdekes lenne találni adatot arra, hogy hány kilométernyi utat tesz meg az egerünk hetente),
- a kép és a lelet mindig azonnal visszakereshető, egy adott felvétel egy időben párhuzamosan több helyen is nézhető (tg, mütő, diák oktató labor, osztály stb.),
- a képek más számítógépnek elküldhetők, így konzultációra is lehetőség nyílik (pl. ügyeletben a supervisorral), tele-radiológiai alkalmazások futtathatók,
- az információmódosulás és veszteség nélkül tárolható évtizedekig,
- a digitálisan tárolt kép helyigénye minimális, fizikailag alig mérhető,
- csökken az emberi tévedésekből származó hibák lehetősége és száma (pl. rosszul exponált film, szakszerűtlen archiválás miatt visszakereshetetlen filmek),
- minőségromlás nélkül korlátlan számú másolat készíthető,
- ígéretesnek tűnik a jelenleg fejlesztés alatt álló alakfelismerő diagnosztikus programok alkalmazása, melyek levehetik a jövőben a rutin munka terhet a radiológusok válláról,
- a PACS rendszerek bevezetését követően a radiológiai munka felgyorsul, ezáltal a páciensek bennfekvésének ideje jelentősen (20-30%-kal) lerövidül,
- a havi, negyedévi, évi statisztikák könnyűszerrel elkészíthetők egy alkalmas program segítségével,
- kevésbé terheli a környezetet, mint a hagyományos technika a vegyszereivel, kiselejtezett filmjeivel és óriási energia igényével,
- utólagos hardcopy (film) készítés esetében képkiegénylés (pl. MUSICA) segítségével, egyszerre ábrázolhatók a magas és alacsony denzitású képletek (lágyrészek, csontok, implantátumok) egyetlen képen, ráadásul a lézeres film csak egy oldalon tartalmaz emulziót, kevesebb vegyszert igényel, élesebb képet nyújt (élesebbet, kontrasztosabbat és zajmentesebbet bármely korszerű diagnosztikus monitornál, és talán ezzel magyarázható, hogy sok helyütt előszeretettel leleteznek filmről (kivéve a képmanipulációkat igénylő problémás eseteket), és filmre archiválnak törölve az eredendően digitális képeket.

Azért ne hallgassuk el a hátulütőket sem:

- magas beruházási költségek, melyek csak évek múlva térülnek meg,
- a képtárolás digitális kell legyen, különben a hardcopy készítés járulékos költségei hozzáadódnak a digitális képalkotás költségeihez és a környezetvédelmi szempontok sem érvényesülhetnek teljes mértékben,
- a leletezés előfeltétele az előző felvételek rendelkezése állása (pre-fetching), ezt csak megfelelő PACS és RIS integrálással lehet elérni, amit a gyártók el szoktak hanyagolni,
- az összes érintett munkahelyen, osztályon monitorokat kell elhelyezni, hálózatot kiépíteni, a személyzetet felkészíteni,
- az ergonómiailag nem optimalizált munkahelyek növelik a személyzet terhelését (zajos számítógépek, rossz légkondicionálás, tükröződő fények a monitorokon stb.),
- a digitális felvételek minőségileg más képkiértékelést igényelnek, ami igen nagy átképzési kényszert jelent (ezért az orvostársadalom, ezen belül a radiológusok ellenállásával is számolni lehet),
- helytelen képmanipulálás patológiát szimulálhat (pl. erőteljes élkimelés, túl szűk ablak, szűrő kernel faktorának vagy maszkolás rossz megválasztása), ami diagnosztikus tévedésekhez vezethet,
- a digitális képtárolás növeli a radiológusok sebezhetőségét, pl. vitás esetben utólag könnyen „bebizonyítható” az orvos mulasztása (lehet, hogy sok helyütt ezért tárolják a felvételeket tömörítve, utólagos diagnosztizálásra alkalmatlanná téve?),
- monitorról történő leletezés esetén, az interaktív képmani-

pulációknak köszönhetően, megnő a képkiértékelés átlagos ideje, ami azonban eredményesebb diagnosztikához vezethet,

- a diagnosztikus monitorok és vezérlők csillagászati árai ellenére (7-10 000 USD egy 2Kx2K monitor) élettartamuk korlátozott (általában néhány ezer óra), rendszeres utánállítást igényelnek (a foszfor és az elektron ágyú előregeződését kompenzáló), néhány évente cserékre szorulnak, új hibaforrásként lépnek be a képalkotó láncba,
- bekapcsolást követően percekig várni kell a monitorok beemelegedésére és a megfelelő képminőség elérésére, ami akadályozhatja az azonnal leletezést,
- a tele-radiológiai alkalmazások rengeteg új problémát vetnek fel (a felvételek integritásának biztosítása, kódolás, személyességi adatok védelme (HIPAA, Directive 95/46/EC és 2002/58/EC), etikai problémákat, orvos-páciens, interdiszciplináris és kollegiális kapcsolatok felbomlása.

VÉGSZÓ

Félő, hogy nem sikerült elérnünk a kitűzött célt és egyszerű irányelveket adnunk kollégáink kezébe digitális radiológia megoldások kiválasztásához. Ez annak köszönhető, hogy minden munkahely más kihívásokat jelent és nem létezik általános érvényű megoldás. A rendelkezésre álló rendszerek bonyolultsága elérte azt a szintet, amikor nem várható el egyetlen szakma képviselőjétől sem részletekbe menő ismeretük. Ezért a digitális útra való áttérés interdiszciplináris erőfeszítés kell legyen, szakemberek bevonásával és gondos tervezéssel.

A szakmában használatos betűszavak rövidítésének jelentését lásd az IME honlapján (www.imeonline.hu).

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Dr. Battyány István egyetemi docens a Pécsi Tudományegyetem OEC ÁOK Radiológiai Klinika igazgatója. A Pécsi Orvostudományi Egyetemen szerzett diplomát, majd radiológus szakorvosi képesítést.

Később Ph. D. minősítést is a Pécsi Tudományegyetem szerzett. A Magyar Cardiovascularis és Intervenció Radiológiai Társaság (MACIRT) elnöke, és számos tudományos társaság tagja és vezetőségi tagja, volt miniszteri szakértő, számos közlemény és több könyvfejezet szerzője.



Dr. Duliskovich Tibor radiológus szakorvos, Ungváron kezdte orvosi tanulmányait, majd a Semmelweis Egyetemen szerzett diplomát és a HIETE-n szakvizsgázott. 10 évig dolgozott az ORSI-ban, majd digitális röntgen detektorok fejlesztésével foglalkozott külföldön. Jelenleg a StorCOMM orvos igazgatója, a PACS szoftverfejlesztés irányítója. Több orvosi és tudományos társaság aktív tagja, számos cikk szerzője.



Papp Ákos a Pécsi Tudományegyetem OEC ÁOK hatodéves hallgatója. 14 éve foglalkozik digitális technikával, algoritmikus programozással. 2 éve végez tudományos diákköri munkát ebben a témában a PTE OEC ÁOK Radiológiai Klinikán. Képzett szakértőként részt vett az AccessNET rendszer telepítésében a Klinikán, és jelenleg is a rendszer optimalizálásával foglalkozik.