

Een Everything-On-Line (EOL) PACS (deel 1)

De klinische implicaties

Peter van Ooijen, Alphons Bongaerts, Matthijs Oudkerk

Inleiding

In de hedendaagse radiologie wordt gebruikgemaakt van een dusdanige hoeveelheid afbeeldingen dat het bijna onmogelijk wordt om al deze afbeeldingen af te drukken op film, laat staan via film te diagnosticeren. Een goed voorbeeld hiervan is de invoering van machines als de multislice CT, waarbij één patiëntonderzoek gemakkelijk kan bestaan uit 500-700 afbeeldingen. Om de mogelijkheden van de verkregen afbeeldingen toch te kunnen benutten wordt er steeds vaker gebruikgemaakt van het digitaal beoordelen van de afbeeldingen. In eerste instantie werd dit gedaan op de consoles van bijvoorbeeld de CT of MR, of door het kopiëren van de data op bijvoorbeeld een MOD (Magnetisch Optische Disk) en bekijken op een apart station. Dit maakte het digitaal beoordelen echter zeer omslachtig, hetgeen heeft geleid tot de invoering van de PACS (PlaatjesArchief en CommunicatieSysteem). Dit soort systemen maakt gebruik van netwerken en computerapparatuur voor het opslaan en het verzenden van de data. Er bestaan verschillende soorten PACS-systemen met hun eigen voor- en nadelen, en het gebruik van een PACS wordt vaak ervaren als lastig en ondoorzichtig.

In dit artikel wordt een beschrijving gegeven van het PACS zoals dat aanwezig is op de afdeling Radiologie van locatie Daniel den Hoed van het Academisch Ziekenhuis Rotterdam. Dit PACS (HyperPACS, Rogan Medical Systems, Zeist, Nederland) onderscheidt zich van andere systemen door een aantal zeer belangrijke kenmerken die volgens de auteurs de nadelen van andere commerciële systemen oplossen. Wij zullen hier kort bespreken wat de klinische implicaties zijn van een dergelijk systeem. Hierbij zullen zaken aan de orde komen als het bekijken van de data, het doen van het verslag en het combineren van verschillende bronnen van informatie om tot een optimale diagnose te komen.

Verandering van de workflow

Door het invoeren van een PACS-systeem zullen er uiteraard veranderingen optreden in de workflow op de radiologieafdeling. Om dit te illustreren willen we een typisch voorbeeld geven van de workflow van een scan in een traditionele radiologieafdeling en een volledig digitale afdeling.

In de traditionele afdeling wordt de patiënt gescand door de radiologisch laborant. Na het scannen zal de laborant een opdracht tot uitprinten van (een selectie) van de afbeeldingen op film geven; dit is een vrij tijdrovend proces. Eventueel kan er een MOD geschreven worden zodat de data later ook nog beschikbaar zijn. De film moet dan in de map van de patiënt worden gestopt en de MOD wordt ergens in een archief opgeborgen (off-line). Een radioloog zal deze map ophalen en zelf uithangen op een lichtkast, of dit wordt voor hem gedaan door een laborant. Hierna zal de radioloog zijn verslag doen naar aanleiding van de aanwezige films. Als de radioloog voorgaande films van een patiënt wil zien zal hij deze op moeten vragen via de administratie, zodat deze films er zijn op het moment dat hij

verslag wil doen. Het verslag wordt gedaan met behulp van de memorecorder, waarna het bandje wordt afgegeven bij de typistes; deze zorgen voor een getypt verslag in het Ziekenhuis Informatie Systeem (ZIS) en op papier voor in de map van de patiënt. In afwachting van het verslag worden op sommige afdelingen de foto's apart bewaard. Ten slotte wordt de gehele map van de patiënt opgeborgen in de administratie van de afdeling totdat hij wordt opgevraagd voor verdere bespreking met de aanvragend arts. Als de radioloog de oorspronkelijke data nog eens wil bekijken, dan moet hij de MOD uit het archief halen en deze inlezen in een werkstation, waarna hij de data kan bewerken en beoordelen.

Op een volledig gedigitaliseerde afdeling verloopt dit anders. Na het scannen van de patiënt stuurt de laborant de afbeeldingen over naar het archief. Op datzelfde moment is het voor de radioloog mogelijk om de afbeeldingen op het scherm van zijn eigen werkstation op te vragen; tevens kan hij direct, door te zoeken op patiëntnummer of -naam, alle oude studies aanwezig in het archief opvragen voor vergelijkingen. Bij dit opvragen ziet de radioloog alle afbeeldingen. Nu kan hij zijn verslag maken zoals hij zelf wil. In de optimale situatie zal hij het verslag direct invoeren in een tekstverwerker op de computer en het op het ZIS plaatsen, maar het is natuurlijk ook mogelijk om het verslag gewoon via de memorecorder te doen zoals hierboven besproken. Nadat het verslag is gedaan kan de radioloog te allen tijde de data weer opvragen van zijn eigen of een ander werkstation voor verdere bespreking met de aanvragend arts.

Zoals hier te zien is wordt de workflow zeer ingrijpend beïnvloed door een PACS. Deze veranderingen hebben gunstige effecten, zoals het feit dat er geen foto's meer zoek kunnen raken en dat de foto's door meerdere radiologen tegelijk kunnen worden bekeken. Er zijn echter niet alleen veranderingen in de workflow zoals hier beschreven, maar een digitale omgeving biedt ook een aantal extra's die zorgen voor een toegevoegde waarde. De toegevoegde waarde van een PACS zal in de volgende paragraaf besproken worden. In de daaropvolgende paragraaf zullen we een aantal eisen noemen die gesteld moeten worden aan een PACS om de toegevoegde waarde te kunnen bieden.

Toegevoegde waarde van een PACS

Bij het weergeven van de toegevoegde waarde van een PACS willen wij hier niet ingaan op de financiële aspecten, maar ons beperken tot de diagnostische aspecten. Diagnostiek in een PACS-omgeving heeft een aantal zeer belangrijke voordelen te bieden. Wij verdelen deze voordelen hieronder in drie categorieën, namelijk:

- Werkvoorbereiding
- Diagnose
- Verslaglegging

Betere werkvoorbereiding

Dat het door het invoeren van een digitale omgeving veel gemakkelijker wordt om aan werkvoorbereiding te doen, is een van de meest ingrijpende veranderingen. Als een radioloog zijn werk binnen een traditionele omgeving wil

voorbereiden zal dit, vooral door het gebrek aan tijd en personeel, veelal onmogelijk zijn. Om de komst van een patiënt voor te bereiden moet de radioloog er ten eerste van op de hoogte zijn welke patiënten er komen. Dan moet de radioloog de gegevens van deze patiënten op kunnen halen. Het is dan de vraag of er labresultaten zijn, operatieverslagen, enz. Om deze informatie te achterhalen zal de radioloog rond moeten bellen naar de administraties en deze informatie opvragen. Ook oudere films moeten opgevraagd worden; mogelijk zijn deze niet aanwezig in het archief of zelfs helemaal zoekgeraakt. Al met al zal het uren, zo niet dagen kosten om van één patiënt alles bij elkaar te zoeken.

In een digitale omgeving is deze werkvoorbereiding vele malen gemakkelijker. Door koppeling met het ZIS is het mogelijk om van tevoren te zien welke patiënten er gaan komen door de planning van de volgende dagen op te halen. Van deze patiënten is het nummer bekend, en tevens is er een aanvraag beschikbaar. Op basis van de aanvraag en het patiëntnummer kan in het ZIS gezocht worden naar relevante gegevens van deze patiënten zoals labresultaten, verslag van chirurgie, pathologieverslag en verslagen van eerdere radiologische onderzoeken. Deze gegevens kan de radioloog dan direct overnemen door ze in een bestand te zetten op de eigen harde schijf of door de gegevens uit te printen. Nadat deze gegevens achterhaald zijn kan de radioloog het PACS gebruiken om eventuele oudere scans, wederom op basis van het patiëntnummer, op te halen uit het archief. Deze plaatjes staan binnen een paar seconden op zijn scherm. Voor het op het scherm zetten van de data bestaan er verschillende indelingen; zo is het mogelijk om bijvoorbeeld vier verschillende studies tegelijk op het scherm weer te geven en simultaan door deze vier studies te bladeren (figuur 1-3). Als nu de patiënt komt, kan de radioloog op basis van deze voorbereidingen beter bepalen wat de klinische vraagstelling is en beter inschatten op welke wijze deze patiënt gescand en beoordeeld moet worden. Het dient hierbij opgemerkt te worden dat al deze gegevens binnen een paar minuten per patiënt verzameld kunnen worden.

Betere diagnose

Niet alleen de werkvoorbereiding wordt door de digitalisering verbeterd, maar ook de kwaliteit van de diagnose. Een van de aspecten die voor deze kwaliteitsverhoging zorgen is dat er bij het afdrukken op film een selectie gemaakt moet worden van een aantal beelden uit een studie; zeker bij studies die gemaakt worden op de huidige CT-scanners van 400-700 afbeeldingen is dit het geval. In een digitale omgeving worden daarentegen alle gegevens opgeslagen zonder verlies. Tevens kunnen eigenschappen van de afbeeldingen als helderheid en contrast op het computerscherm gemakkelijk worden aangepast en kan een afbeelding gemakkelijk worden bewerkt (meten, inzoomen op een interessegebied), een en ander in tegenstelling tot het gebruik van film, waarbij helderheid en contrast afhankelijk zijn van de kwaliteit van de film en de lichtkast en waarbij meten en uitvergroten lastige zaken zijn.

Een ander aspect dat kan leiden tot een betere diagnose is dat het opvragen en verkrijgen van voorgaande onderzoeken van de patiënt zeer eenvoudig is, waardoor de radioloog het recente onderzoek gemakkelijk kan valideren met behulp van oudere onderzoeken. Tevens kan de radioloog door de eerder beschreven werkvoorbereiding een beter inzicht krijgen in de klinische vraagstelling, hetgeen zijn diagnose kan ondersteunen.

Bij het gebruik van een PACS kan een collega gevraagd worden even 'mee te kijken', zonder dat deze ter plaatse hoeft te zijn. Deze collega kan simpelweg dezelfde patiënt opvragen en kan exact dezelfde afbeelding opzoeken op zijn eigen scherm.

Het gebruik van een beeldscherm op zich heeft ten opzichte van een lichtkast nog een belangrijk voordeel. Bij het afbeelden van data op een werkstation worden de axiale coupes in zogenaamde cine mode op het scherm gezet. Dit houdt in dat de coupes één voor één op het scherm verschijnen. Dit in tegenstelling tot de conventionele manier (stack mode), waarbij alle coupes tegelijk afgebeeld worden. In een aantal publicaties [1-3] is aangetoond dat het evalueren van data in cine mode in een betere diagnose resulteert dan in stack mode. Met name voor het volgen van structuren die zich in het vlak bevinden loodrecht op de axiale coupes zal deze verbetering significant zijn.

Een laatste aspect dat van belang kan zijn voor een betere diagnose is de gemakkelijke bereikbaarheid van andere voor de diagnose belangrijke bronnen, zoals bijvoorbeeld anatomische atlassen op CD-ROM en toegang tot literatuurreferenties via Medline. Toegang tot deze andere bronnen kan verkregen worden op dezelfde PC als waarop de PACS-software wordt gebruikt en dus het verslag wordt gedaan.

Betere verslaglegging

Door het optimaal benutten van de mogelijkheden van een PC voor de verslaglegging kan deze verbeterd worden. Verslaglegging direct in de computer wordt mogelijk; de radioloog kan – indien hij dat wenst – zelf zijn verslag intypen en zo voorkomen dat er fouten geïntroduceerd worden door het uittypen van het ingesproken verslag op de memorecorder. Rapportage kan voorzien worden van alleen de relevante afbeeldingen door deze te selecteren en af te drukken. De refererend arts krijgt dus niet een aantal filmvellen waarop slechts drie afbeeldingen die verspreid staan over deze vellen interessant zijn, maar slechts de selectie van die drie relevante afbeeldingen. Het verslag kan voorzien worden van afbeeldingen uit een medische atlas die corresponderen met de relevante afbeeldingen, om duidelijker inzicht te geven in de anatomie. Het samengestelde verslag kan worden uitgeprint op een laserprinter of eventueel bij spoed direct per e-mail naar de refererende arts worden gezonden (zie figuur 4).

Eisen aan de PACS-implementatie

Om de eerder genoemde veranderingen en verbeteringen te kunnen realiseren moeten er wel een aantal eisen gesteld worden aan de PACS-implementatie. Hieronder worden de drie belangrijkste genoemd in willekeurige volgorde:

- **Compatibiliteit.** Het is belangrijk dat het PACS compatibel is met de huidige standaarden zoals die gelden binnen de medische wereld (DICOM, HL7). Dit zal een integratie bevorderen waarbij zoveel mogelijk modaliteiten en het ZIS gekoppeld worden, hetgeen leidt tot een systeem waarop zoveel mogelijk van de verrichtingen op de afdeling kunnen worden beoordeeld. Tevens is het belangrijk te letten op de compatibiliteit met hardware- en softwareproducten uit de consumenten markt (standaard PC's, gebruik CD-R/DVD-R voor opslag) die wereldwijd gestandaardiseerd zijn.
- **Gemakkelijk uitbreidbaar.** De opslagcapaciteit van een PACS-systeem moet gemakkelijk uit te breiden zijn om te kunnen blijven voldoen aan het Everything-On-Line. Een cruciaal onderdeel van deze uitbreidbaarheid is het gebruik van gestandaardiseerde hardware voor het archiefsysteem (RAID-5, DVD).

- Snelheid. De snelheid is cruciaal voor het slagen van een PACS. De radioloog moet kort na het afronden van het onderzoek de afbeeldingen op zijn scherm hebben, en de afbeeldingen moeten snel over het netwerk verzonden worden. Dit vereist een snel netwerk en een Everything-On-Line-aanpak. Als alle data on line staan op een snel benaderbare RAID-5 – zoals besproken zal worden in het meer technisch georiënteerde artikel dat in de volgende uitgave van MemoRad zal verschijnen –, dan zijn alle data, ook die van een paar jaar terug, binnen een seconde op het scherm te krijgen.

Het moge duidelijk zijn dat deze drie eisen onderling afhankelijk zijn. Een – ook in de verre toekomst – eenvoudig uit te breiden PACS vereist het gebruik van standaardhardware en -software die wijd verspreid is en niet snel zal verdwijnen (zie de compatibiliteit), en voor het behouden van de snelheid in de toekomst is het nodig dat het archief makkelijk is uit te breiden.

Conclusies

Zoals getoond in dit artikel zal een PACS-systeem gebaseerd op het EOL-concept een totale netwerkoplossing bieden waarbij alle studies van de afgelopen jaren gemakkelijk en snel benaderbaar zijn. Voordelen van het koppelen van dit systeem met het ZIS kunnen gevonden worden in het feit dat alle gegevens van de patiënt direct beschikbaar zijn en dat rapporten direct kunnen worden opgeslagen in het ZIS.

Samenvattend zal het invoeren van een PACS een ingrijpende verandering in de workflow op de radiologieafdeling bewerkstelligen. Deze veranderingen zullen een snellere en kwalitatief betere afhandeling van de patiënten tot gevolg hebben, hetgeen weer kan resulteren in een kostenbesparing.

Literatuur

1. Foley WD. Diagnosis with CT at an electronic workstation [editorial]. *Radiology* 1991;178:631-2.
2. Seltzer SE, Judy PF, Adams DF, Jacobson FL, Stark P, Kikinis R, et al. Spiral CT of the chest: comparison of cine and film-based viewing. *Radiology* 1995;197:73-8.
3. Mathie AG, Strickland NH. Interpretation of CT scans with PACS image display in stack mode. *Radiology* 1997;203:207-9.

ONDERSCHRIFTEN ILLUSTRATIES

Figuur 1. Deze afbeelding toont een standaardscherm dat door een radioloog opgeroepen kan worden. In dit geval zijn er zeven datasets van dezelfde patiënt ingelezen, waarvan er vier worden getoond. Weergegeven wordt een mix van directe scangegevens (rechts) en driedimensionale reconstructies (links).

Figuur 2. Een andere lay-out met een groot aantal studies ingeladen van zowel MR (magnetische resonantie) als EBT (elektronenbundeltomografie). Er zijn twee interessante studies uitgekozen en naast elkaar gezet van MR (links) en EBT (rechts) op ongeveer dezelfde positie binnen het hart.

Figuur 3. In deze indeling van de bekijssoftware worden twee scans uit augustus en van een maand later naast elkaar gezet voor een vergelijking, waarbij in beide gevallen bematingen getoond worden. Wederom kan er simultaan door de data gestapt worden.

Figuur 4. Een typisch verslag van een van onze radiologen waarin goed wordt getoond dat relevante plaatjes zijn geselecteerd bij het verslag en dat er een verklarend plaatje is toegevoegd vanuit een medische atlas.

Ir. P.M.A. van Ooijen
Medisch Informaticus Beeldverwerking
Academisch Ziekenhuis Rotterdam/Daniel den Hoed Kliniek
Rotterdam
Groene Hilledijk 301
3075 EA Rotterdam

A.H.H. Bongaerts
Radioloog
Academisch Ziekenhuis Rotterdam/Daniel den Hoed Kliniek

Dr. M. Oudkerk
Hoofd afdeling Radiologie
Academisch Ziekenhuis Rotterdam/Daniel den Hoed Kliniek

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.