

Les évolutions récentes en informatique de santé : retour de Chicago

Mis à jour le 13/08/2010 par SFR

Les évolutions récentes en informatique de santé : retour de Chicago

La Révolution Numérique, réalité d'aujourd'hui

Dr Joël Chabriaux

Service de Radiologie Adultes - Groupe Hospitalier Necker-Enfants Malades - Paris

Introduction

Traditionnellement, le congrès de la RSNA est un lieu où il est possible de faire le point sur les grandes tendances technologiques qui vont influencer notre discipline. Depuis quelques années la part consacrée aux systèmes d'information va croissant.

Cette année, le sous-titre du congrès était « Digital Transformation » et la conférence inaugurale donnée par R. Nick Bryan, Président de la RSNA avait pour titre « The Digital Revolution in Radiology ». Cette révolution numérique n'est pas uniquement le passage de modalités d'acquisition d'images analogiques à des modalités totalement numériques, mais concerne l'organisation de la totalité de l'activité d'une structure d'imagerie médicale.

La maîtrise de cette révolution sera source d'améliorations en termes d'efficacité, de temps gagné et de fiabilité pour le patient et pour tous les professionnels de santé.

Après avoir présenté les perspectives ouvertes par les traitements d'images (3D, imagerie fonctionnelle...) et par les procédures thérapeutiques guidées par l'image (radiothérapie, chirurgie...), R. Nick Bryan a insisté sur la notion de « Integrated Healthcare Enterprise » ou structure de soin intégrée qui implique beaucoup plus que l'image numérique, les stations de travail et les logiciels. La gestion de cette information très riche se doit d'être intégrée dans la totalité de l'établissement permettant le routage de ces informations vers le médecin en charge du patient ou vers le médecin de garde en fonction de l'heure. Il fait ici allusion au système de garde à domicile qui se répand de plus en plus outre-atlantique et dans lequel un médecin assure la garde chez lui, pour plusieurs établissements en leur étant relié par connexion informatique.

Il poursuit : « le système de soins sera content car ses patients seront contents, ses médecins seront contents et le tout à des coûts moindres... » Pour terminer en conclusion, après avoir félicité les participants à l'initiative IHE : « vos efforts ont abouti à ce que la radiologie soit reconnue comme un leader en informatique médicale. J'encourage chacun d'entre nous d'accepter vivement et avec enthousiasme cette révolution numérique dans nos pratiques.

En parcourant durant le congrès les allées de l'exposition commerciale d'une part, Inforad d'autre part et en assistant aux sessions dédiées aux technologies de l'information, il était possible de relever un certain nombre de concepts et de produits relevant de cette révolution numérique

1 - IHE

IHE [1,2,3] est maintenant une réalité et le temps des grandes démonstrations visant à sensibiliser le public à la problématique de l'intégration est maintenant révolu. Au RSNA'2002 IHE proposait d'une part des exposés d'information sur Inforad dans un petit théâtre nommé « IHE Classroom » et d'autre part des « Succes stories » présentée à la fois sous forme de posters et sous forme de présentations orales dans un théâtre aménagé sur l'exposition commerciale. Sur les stands des industriels, tous les nouveaux produits intégraient le concept IHE et les démonstrateurs montraient comment les différents profils d'intégration IHE étaient implantés dans ces produits.

Le principe de ces histoires de succès n'est pas de démontrer comment un établissement fonctionne en étant 100% IHE ce que ne permet pas encore l'initiative, mais de montrer ce que l'implantation d'un ou plusieurs profils d'intégration IHE a apporté en termes de coûts de déploiement et d'exploitation.

2 - La gestion du « workflow » :

Dans le cadre de cette révolution numérique on ne peut plus concevoir, comme dans le passé, l'informatisation sous forme d'îlots déconnectés les uns des autres. Tous les produits s'intègrent maintenant dans le cadre de ce qu'on appelle dans le jargon informatique le « workflow management » dont la traduction française « gestion de processus » est tout aussi étonnante. Appliqué à la médecine, on peut considérer qu'il s'agit de la gestion du cycle de vie des actes. On ne considère plus un examen d'imagerie comme étant simplement l'association de quelques images et d'un compte rendu gérés entre le Système d'Information Radiologique (SIR) et le PACS, mais on remonte très en amont depuis l'identification du patient sur un serveur d'identités digne de ce nom et un système d'émission de demandes d'examen pour aboutir en aval à la mise à disposition des résultats et leur archivage. La gestion de ce cycle de vie est intégralement assumée par les différents modules du système d'information collaborant entre eux [4 à 27].

Cette vision de la gestion du workflow est à la base d'IHE. Cette initiative a permis en levant certaines ambiguïtés des standards DICOM et HL7 de mettre en œuvre cette gestion faisant appel à des modules d'origines différentes et grâce à sa plateforme de test, le **Connectathon**, de démontrer la bonne intégration de ces modules.

Tout n'est cependant pas résolu car si de nombreux petits industriels proposent des équipements dédiés à une fonction, certains gros professent une autre approche du workflow affirmant qu'une bonne gestion ne peut être réalisée que dans le cadre d'une offre globale mono fournisseur. Ce débat est à suivre de près durant les années qui viennent. Nous allons toutefois nous focaliser sur quelques offres. On trouve ainsi des systèmes se consacrant à la rédaction et à l'envoi des demandes d'examen. Il est

évident que les systèmes présentés à Chicago sont basés sur des plateformes américaines et ne sont pas importables en l'état. Il existe également des stations de travail dédiées à la rédaction des comptes rendus et reliées aussi bien au PACS pour obtenir les images qu'au SIR pour la rédaction des comptes rendus. Ces stations intègrent un outil de dictée numérique [22] parfois associé à un logiciel de reconnaissance vocale [17, 28, 29, 30]. Nous avons noté, entre autres, l'offre de Dictaphone Corporation proposant un système de dictée numérique utilisant trois types de terminaux de dictée (le téléphone, une machine à dictée de poche et une intégration à la station de travail), il est possible d'y adjoindre un module de reconnaissance vocale, pour l'heure disponible uniquement pour l'Anglais. Elles sont le plus souvent présentées par de petits industriels en dehors des offres de PACS ou de SIR. Certains gros fournisseurs ont commencé à présenter de telles stations intégrées à leur offre et comportant trois écrans : deux écrans dédiés à l'image et un écran dédié au SIR.

3 - L'intégration de la gestion de la connaissance :

Il s'agit de systèmes essentiellement dédiés à l'élaboration et à la transmission de demandes d'examen. Ces systèmes sont reliés d'une part à une base de connaissance maintenue par un collectif d'experts et contenant les règles de bonne pratique, d'autre part au dossier du patient. Lorsqu'un médecin rédige une demande le système lui rappelle éventuellement que l'examen a déjà été réalisé ou demandé (limitation des examens en doubles inutiles), lui signale qu'en fonction des renseignements qu'il a déjà saisi tel ou tel examen est plus approprié...

La gestion de la connaissance c'est également la mise à disposition d'outils permettant d'accéder à cette connaissance au lit du malade ou dans la salle de consultation.

Ces concepts sont novateurs et émergents, ils semblent toutefois prometteurs et si aujourd'hui l'offre est très limitée, on peut s'attendre à son développement.

4 - L'explosion des systèmes d'aide à la détection et/ou au diagnostic (CAD)

Depuis quelques années, on avait appris à connaître deux fournisseurs crédibles de systèmes d'aide à la détection dans le domaine de la mammographie, R2 Technologies et CADX. Cette année on a pu voir sur l'exposition commerciale au moins cinq fournisseurs de systèmes CAD dédiés à la mammographie. Les systèmes aptes à traiter la mammographie numérique commencent à s'intégrer dans le cadre de la gestion du workflow. Dans les communications scientifiques, on a pu assister à la présentation de systèmes intégrant l'analyse de l'échographie et une présentation portait même sur un système dédié à l'IRM mammaire [31, 32, 33, 34].

Si l'application de ces systèmes à la sénologie tient le haut du pavé, leur application au thorax et à d'autres domaines progresse [35, 36, 37]. Si R2 Technologies communique sur le sujet, CADX reste très discret, les autres ne répondant ni par oui ni par non aux questions que l'on pose à ce sujet.

Un nouveau domaine est exploré : l'application des systèmes CAD à la détection des sténoses vasculaires. Il s'agit encore d'études dans le cadre de laboratoires universitaires, les industriels ne communiquant pas sur ce sujet.

5 - Les ASP ou « Application Service Providers »

Ce concept très connu en informatique commerciale et industrielle est encore balbutiant en informatique médicale. Dans notre domaine, nous l'avons découvert il y a deux ou trois ans par le biais de solutions d'archivage à long terme sous-traitées à des tiers. En fait jusqu'au mois de mars 2002, la législation française ne permettait pas une telle sous-traitance, verrou levé par la loi Kouchner.

L'idée de base du concept ASP est de recentrer la structure de soins sur son métier de base en la soulageant d'un certain nombre de tâches informatiques qui détournent des moyens, en particulier pour les petites structures. À titre d'exemple, si on souhaite archiver des images sur une durée de 30 ans pour satisfaire des besoins juridiques, cela finit par représenter un volume considérable de données. De plus cela oblige de gérer l'obsolescence des matériels et organiser la migration de ces données d'un support à l'autre : ainsi si un CD gravé aujourd'hui est toujours en bon état dans 30 ans, disposera-t-on encore en dehors de musées de lecteurs en bon état, aptes à relire ces disques ? Rien n'est moins sûr ! Gérer cette obsolescence n'est pas à la portée des structures de soins, d'où l'idée de sous-traiter cette question à des prestataires dont c'est le métier et qui en ont les moyens [38 à 48].

On a pu découvrir à Chicago que le concept ASP allait beaucoup plus loin. Medicalis (<http://www.medicaliscorp.com>) proposait ainsi un système parfaitement adapté à la notion de réseau de soins fournissant aux professionnels de santé :

- L'accès aux données sur le patient dont ils avaient besoin à un moment donné,
- Un outil d'aide à la prescription avec intégration d'un mécanisme de gestion de la connaissance permettant une gestion des rendez-vous d'examen complémentaires, le patient sortant de consultation avec ses prescriptions et rendez-vous d'examen .

Ce concept d'ASP est à même de renforcer l'offre de contenu sur le Réseau de Santé Social (RSS) dont l'intérêt est des plus limités tant qu'il n'offre que la transmission électronique des feuilles de soins.

6 - L'irruption des PDA :

Les PDA ou « Personal Digital Assistant » sont devenus pour certains des outils de la vie courante [49, 50, 51]. Il s'agit de pico ordinateurs tenant dans le creux de la main et dont les fonctions de bases sont de gérer un agenda et un répertoire tout en ayant la possibilité de recevoir d'autres logiciels dédiés. Il existe deux familles de produits : ceux qui sont basés sur le pionnier, PalmOS, et ceux qui sont basés sur PocketPC de Microsoft. L'idée d'exploiter ces PDA dans le cadre des applications médicales remonte à environ deux ans.

Trois types d'applications émergent actuellement :

- Les applications relevant de la connaissance [52, 53, 54] : elles sont plutôt destinées aux juniors et leur permettent d'avoir en poche de véritables livres sur les connaissances nécessaires à la pratique quotidienne. Ces applications sont en général co-développées par une société issue du domaine de l'informatique et un éditeur médical. Nous citerons par exemple PocketRadiologist™ d'Amirsys et Saunders. Il existe également des applications dédiées à l'information des patients

- Les applications liées à la pratique quotidienne : elles permettent d'accéder aux données patient sur le PDA sous forme de résumés par connexion directe au SIH (en utilisant les communications sans fil de type Wi-Fi ou Bluetooth) [55, 56]. Il existe des applications permettant de rédiger et expédier des demandes d'examen, d'autres permettant d'envoyer au médecin correspondant des résultats urgents par exemple détection d'un pneumothorax massif sur une radio de thorax, la qualité actuelle des écrans des PDA permettant d'afficher avec une qualité suffisante ce type d'images relevant de l'urgence (elles sont cependant loin de permettre des diagnostic fins). La tendance est de plus d'inscrire ces produits

dans la démarche IHE (Medical Manager™ de Medical Manager & Development). Sur Inforad, on pouvait voir la présentation d'un projet financé par le gouvernement japonais de transmission d'images sur PDA. Il existe aussi des applications dédiées aux infirmières [57, 58].

- Des applications plus spécifiques à l'organisation interne d'un département d'imagerie permettant à un junior de demander à un senior (ou un technicien à un radiologue) ce qu'il devait faire devant des images découvertes en cours d'examen.

La surprise est venue de la qualité des images affichées sur les PDA qui, si elle ne permet pas de faire le compte rendu final de l'examen, est tout à fait suffisante pour les applications proposées.

7 - La généralisation des écrans LCD :

En parcourant l'exposition commerciale on pouvait constater la mort annoncée des écrans cathodiques (CRT) et l'arrivée du règne des écrans plats à cristaux liquides (LCD). Tous les industriels ne présentaient pratiquement plus leurs matériels et logiciels qu'avec des écrans LCD haute définition, même s'il est reconnu que ces écrans posent encore des problèmes de calibration et de réglage car les outils disponibles pour cela sont encore ceux développés pour les écrans CRT et ne sont pas utilisables de façon fiable pour les écrans LCD. Devant ce foisonnement d'écrans LCD gageons que le développement des outils de calibration sera très rapide. Ces écrans offrent trois avantages principaux :

- Une diminution considérable de l'encombrement,
- Une consommation électrique beaucoup plus faible,
- Une absence structurelle de scintillement lié au balayage.

Ils ont cependant quelques inconvénients, en particulier la lisibilité est très sensible à l'incidence de lecture de l'écran (ce qui rend difficile l'étude des mêmes images à plusieurs) [59, 60, 61].

8 - L'évolution des technologies réseau :

La question de l'infrastructure réseau n'excite plus les foules. L'Ethernet 100 MB est considéré comme une évidence et l'ATM a perdu la bataille des hauts débits devant l'émergence de l'Ethernet 1 GB. Un intérêt croissant est porté aux réseaux sans fils répondant aux normes Wi-Fi ou Bluetooth [62, 63]. La discussion se porte maintenant sur les protocoles appliqués au-dessus de ces infrastructures : protocoles classiques versus protocoles issus de l'Internet. En pratique on s'oriente vers une co-existence des deux mondes :

- Pour une connexion au PACS on conserve l'architecture DICOM classique surtout lorsqu'il s'agit de visualiser de grandes quantités d'images ou d'avoir la possibilité de réaliser un minimum de manipulations sur les images (fenêtrage, mesures...),
- Par contre, lorsqu'il s'agit de diffuser quelques images associées au compte rendu on va s'orienter vers les technologies Web.

- En ce qui concerne la connexion au SIH ou au SIR il est de plus en plus fait usage de clients Web.

La tendance est globalement à la co-existence des infrastructures et des protocoles permettant la plus grande souplesse et une bonne adaptabilité de l'infrastructure aux différents types d'utilisation.

Conclusion : Vers un nouveau monde

La révolution numérique présentée par R. Nick Bryan lors de sa conférence inaugurale est bien là. Ce congrès de la RSNA a permis de constater que les différentes technologies nécessaires sont maintenant des réalités et existent dans des produits commerciaux. Cette révolution est riche en promesse pour notre pratique car elle permet une meilleure exploitation des informations disponibles. L'intégration de tous les outils de traitement d'images, traitement des données dans la gestion du workflow promet une meilleure exploitation de la richesse des informations recueillies.

Le plus difficile reste cependant à faire : nous adapter et faire notre cette révolution en acceptant la modification et la rationalisation de notre pratique.

Ces outils prennent toute leur puissance si nous créons des procédures adaptées et efficaces nous permettant de dominer cette technologie et non d'être dominés et contraints par elle. Le concept d'accréditation sous la responsabilité de l'ANAES insiste sur la notion de procédures. Cette révolution numérique permet une potentialisation de ces procédures que nous devons affiner dans le cadre de l'accréditation.

Si nous ne faisons pas la révolution des esprits alors que la révolution numérique entre dans notre pratique alors nous ne ferons qu'ajouter des gadgets coûteux dont nous ne verrons pas toujours les intérêts. Par contre la conjonction de cette révolution des esprits et pratiques et de la révolution numérique laisse espérer des améliorations considérables en termes de puissance diagnostique, de temps gagné et d'amélioration des services rendus aux patients : c'était tout le sens de la conférence inaugurale de R. Nick Bryan du congrès de la RSNA de décembre 2002.

Bibliographie

1. Tellis WM, Andriole KP, Jovais CS, Avrin DE. RIS minus PACS equals film. J Digit Imaging 2002; 15 Suppl 1:20-26.
2. Wendt G, Peppler W, Edwards W, Parisot C, Lindop C. Clinical implementation of the IHE presentation of grouped procedures integration profile in a multivendor environment--workflow modification and barriers to implementation. J Digit Imaging 2002; 15 Suppl 1:64-66.
3. Winsten D, McMahan J. Integrating your radiology information system in a complex computing environment. Radiol Manage 2000; 22:22-24, 26, 28.
4. Andriole KP, Avrin DE, Yin L, Gould RG, Arenson RL. PACS databases and enrichment of the folder manager concept. J Digit Imaging 2000; 13:3-12.
5. Andriole KP, Avrin DE, Yin L, Gould RG, Luth DM, Arenson RL. Relevant priors prefetching algorithm performance for a picture archiving and communication system. J Digit Imaging 2000; 13:73-75.
6. Andriole KP, Luth DM, Gould RG. Workflow assessment of digital versus computed radiography and screen-film in the outpatient environment. J Digit Imaging 2002; 15 Suppl 1:124-126.
7. Bartholmai BJ, Erickson BJ, Hartman TE, et al. The electronic imaging technology specialist: the role of a new radiology subspecialty for the 21st century. J Digit Imaging 2002; 15 Suppl 1:184-188.
8. Bedel V. The strategy to be "paperless" via a cost-effective filmless plan. J Digit Imaging 2002; 15 Suppl 1:15-19.
9. Cabrera A. Defining the role of a PACS technologist. J Digit Imaging 2002; 15 Suppl 1:120-123.
10. Frund R, Techert J, Strotzer M, Borner W, Tsakpinis A, Feuerbach S. [The PACS concept of the University of Regensburg]. Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr 2001; 173:362-367.
11. Gross-Fengels W, Miedeck C, Siemens P, et al. [PACS: from project to reality. Report of experiences on full digitalisation of the radiology department of a major hospital]. Radiologe 2002; 42:119-124.

12. Halsted MJ, Moskovitz J, Johnson N, Perry L. A simple method of capturing PACS and other radiographic images for digital teaching files or other image repositories. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 178:817-819.
13. Hasley T. PACS support: the radiology approach. *Radiol Manage* 2002; 24:26-30.
14. Hirschorn D, Eber C, Samuels P, Gujrathi S, Baker SR. Filmless in New Jersey: the New Jersey Medical School PACS Project. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:7-12.
15. Imhof H, Dirisamer A, Fischer H, et al. [Change in process management by implementing RIS, PACS and flat-panel detectors]. *Radiologe* 2002; 42:344-350.
16. Krupinski EA, Radvany M, Levy A, et al. Enhanced visualization processing: effect on workflow. *Acad Radiol* 2001; 8:1127-1133.
17. Langer SG. Impact of tightly coupled PACS/speech recognition on report turnaround time in the radiology department. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:234-236.
18. Lassmann M, Reiners C. [A DICOM based PACS for nuclear medicine]. *Nuklearmedizin* 2002; 41:52-60.
19. Law MY, Huang HK. Concept of a PACS and imaging informatics-based server for radiation therapy. *Comput Med Imaging Graph* 2003; 27:1-9.
20. Locko RC, Blume H, Goble JC. Enterprise-wide worklist management. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:175-179.
21. May GA, Deer DD, Dackiewicz D. Impact of digital radiography on clinical workflow. *J Digit Imaging* 2000; 13:76-78.
22. McEnergy KW, Suito CT, Hildebrand S, Downs RL. Radiologist's clinical information review workstation interfaced with digital dictation system. *J Digit Imaging* 2000; 13:45-48.
23. Mulvaney J. The case for RIS/PACS integration. *Radiol Manage* 2002; 24:24-29.
24. Nissen-Meyer S, Holzknicht N, Wieser B, et al. [Improving productivity by implementing RIS and PACS throughout the clinic: a case study]. *Radiologe* 2002; 42:351-360.
25. Ortiz AO, Luyckx MP. Preparing a business justification for going electronic. *Radiol Manage* 2002; 24:14-21.
26. Redfern RO, Langlotz CP, Abbuhl SB, Polansky M, Horii SC, Kundel HI. The Effect of PACS on the Time Required for Technologists to Produce Radiographic Images in the Emergency Department Radiology Suite. *J Digit Imaging* 2002.
27. Sacco P, Mazzei M, Pozzebon E, Stefani P. PACS implementation in a university hospital in Tuscany. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:250-251.
28. Hayt DB, Alexander S. The pros and cons of implementing PACS and speech recognition systems. *J Digit Imaging* 2001; 14:149-157.
29. Lemme PJ, Morin RL. The implementation of speech recognition in an electronic radiology practice. *J Digit Imaging* 2000; 13:153-154.
30. Weiss DL, Hoffman J, Kustas G. Integrated voice recognition and picture archiving and communication system: development and early experience. *J Digit Imaging* 2001; 14:233-235.
31. Aichinger U, Schulz-Wendtland R, Bautz W. [Value of CAD systems]. *Radiologe* 2002; 42:270-274.
32. Markey MK, Lo JY, Floyd CE, Jr. Differences between computer-aided diagnosis of breast masses and that of calcifications. *Radiology* 2002; 223:489-493.
33. Petrick N, Sahiner B, Chan HP, Helvie MA, Paquerault S, Hadjiiski LM. Breast cancer detection: evaluation of a mass-detection algorithm for computer-aided diagnosis -- experience in 263 patients. *Radiology* 2002; 224:217-224.
34. Smith JP, Hanson J, Dawson J, Porter B, Tickman RJ. Emerging technologies in surgical planning for breast cancer. *Am J Surg* 2002; 184:377-379.
35. Abe H, MacMahon H, Engelmann R, et al. Computer-aided diagnosis in chest radiography: results of large-scale observer tests at the 1996-2001 RSNA scientific assemblies. *Radiographics* 2003; 23:255-265.
36. Kido S, Nakamura H, Ito W, Shimura K, Kato H. Computerized detection of pulmonary nodules by single-exposure dual-energy computed radiography of the chest (part 1). *Eur J Radiol* 2002; 44:198-204.
37. Kiss G, Van Cleynenbreugel J, Thomeer M, Suetens P, Marchal G. Computer-aided diagnosis in virtual colonography via combination of surface normal and sphere fitting methods. *Eur Radiol* 2002; 12:77-81.
38. Bartholmai BJ, Erickson BJ, Hartman TE, et al. The electronic imaging technology specialist: the role of a new radiology subspecialty for the 21st century. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:184-188.
39. Bennett WF, Tunstall KM, Skinner PW, Spigos DG. Delivering images to the operating room: a web-based solution. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:137-139.
40. Chopra RM. Why PACS is no longer a four-letter word. *Radiol Manage* 2000; 22:44-48.
41. Dreyer KJ. ASP model could bring PACS technology to the masses. *Diagn Imaging (San Franc)* 2000; 22:39-40, 43.
42. Frank MS, Dreyer K. Empowering radiologic education on the Internet: a new virtual website technology for hosting interactive educational content on the World Wide Web. *J Digit Imaging* 2001; 14:113-116.
43. Jorulf H, Finnbogason T, Jonsson V, Ringertz H. Pediatric PACS, Astrid Lindgren Children's Hospital at Karolinska Hospital, Stockholm, technical and practical aspects. *Comput Methods Programs Biomed* 2001; 66:25-30.
44. Lepanto L, Carrier R, Gauvin A, Dieumegarde M, Delage M. Planning an enterprisewide PACS: the Centre Hospitalier de l'Universite de Montreal experience. *J Digit Imaging* 2002; 15 Suppl 1:252-253.
45. Ortiz AO, Luyckx MP. Preparing a business justification for going electronic. *Radiol Manage* 2002; 24:14-21.
46. Reiner B, Siegel E. Application service providers: an alternative approach to PACS implementation. *J Digit Imaging* 2001; 14:1-8.
47. Swaton N. Learn from experience: insights of 200+ PACS customers. *Radiol Manage* 2002; 24:22-27.
48. Woods L. What works: scheduling. Picture perfect solution. The right technology and an ASP solution bring scheduling efficiency and added revenue to a community hospital's radiology department. *Health Manag Technol* 2001; 22:48-50.
49. Chyna JT. Making the most of your PDA (personal digital assistant). *Healthc Exec* 2001; 16:66.
50. Schneider S, Kostecke R, Tokazewski J. Buying your first PDA. *Fam Pract Manag* 2001; 8:50-51.
51. Sutherland J. Power to the PDA. *Healthc Inform* 2001; 18:44.
52. Carroll AE, Saluja S, Tarczy-Hornoch P. The Implementation of a Personal Digital Assistant (PDA)

- Based Patient Record and Charting System: Lessons Learned. Proc AMIA Symp 2002:111-115.
53. Moore L, Richardson BR, Williams RW. The USU Medical PDA Initiative: The PDA as an Educational Tool. Proc AMIA Symp 2002:528-532.
54. Speedie S, Pacala J, Vercellotti G, Harris I, Zhou X. PDA support for outpatient clinical clerkships: mobile computing for medical education. Proc AMIA Symp 2001:632-636.
55. Carroll AE, Saluja S, Tarczy-Hornoch P. Development of a Personal Digital Assistant (PDA) based client/server NICU patient data and charting system. Proc AMIA Symp 2001:100-104.
56. Duncan RG, Shabot MM. Secure remote access to a clinical data repository using a wireless personal digital assistant (PDA). Proc AMIA Symp 2000:210-214.
57. Hunt EC. The value of a PDA to a nurse. *Tar Heel Nurse* 2002; 64:18-19.
58. Shneyder Y. Personal Digital Assistants (PDA) for the nurse practitioner. *J Pediatr Health Care* 2002; 16:317-320.
59. Bergeron BP. Thin is in. LCD technology offers a lot in a flat package. *Postgrad Med* 2000; 108:29-32.
60. Hashimoto N. [Image display devices (3) - LCD Monitor]. *Nippon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi* 2003; 59:21-28.
61. Hollands JG, Parker HA, McFadden S, Boothby R. LCD versus CRT displays: a comparison of visual search performance for colored symbols. *Hum Factors* 2002; 44:210-221.
62. De Leonardis R, Sansotta C, Testagrossa B, Ferlazzo M, Vermiglio G, Faranda C. [Wired and wireless network solution for the integrated management of data and images]. *Radiol Med (Torino)* 2002; 104:194-202.
63. Pelikan E, Ganser A, Kotter E, Schrader U, Timmermann U. Experience with PACS in an ATM/Ethernet switched network environment. *IEEE Trans Inf Technol Biomed* 1998; 2:26-29.