

Đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình

Evaluation of the effectiveness of the picture archiving and communication system (PACS) implementation at Ninh Binh General Hospital

Phạm Văn Hiệp, Chu Thị Giang,
Nguyễn Quốc Hưng* và Phạm Quốc Kim

Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình

Tóm tắt

Mục tiêu: Phân tích, đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình, đồng thời đề xuất giải pháp phát triển ứng dụng hệ thống PACS trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu mô tả với đối tượng nghiên cứu là người bệnh và người nhà người bệnh điều trị nội trú tại bệnh viện, kỹ thuật viên chẩn đoán hình ảnh, bác sĩ chẩn đoán hình ảnh, bác sĩ lâm sàng. **Kết quả:** Hệ thống PACS giúp rút ngắn thời gian thực hiện quy trình chẩn đoán hình ảnh từ 95,5 phút xuống còn 51,1 phút, đồng thời nâng cao độ chính xác trong điều trị, đặc biệt hiệu quả đối với bệnh nhân nặng, cấp cứu có diễn biến nguy kịch. Hệ thống còn tạo điều kiện thuận lợi cho việc hội chẩn từ xa và chia sẻ thông tin giữa các bệnh viện. Trong 3 năm (2020-2022), PACS đã giúp bệnh viện tiết kiệm hơn 16 tỷ đồng và dự kiến tiết kiệm gần 59,9 tỷ đồng trong 10 năm, với mức tăng trưởng 5% mỗi năm. Dựa trên những hiệu quả đã đạt được, nhóm nghiên cứu đề xuất phát triển hệ thống PACS-Cloud cho hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình. PACS-Cloud hỗ trợ các cơ sở y tế có hoặc chưa có PACS nội bộ, mở ra cơ hội ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chẩn đoán và đóng góp vào quá trình chuyển đổi số trong hệ thống y tế tỉnh. **Kết luận:** Hệ thống PACS đã nâng cao chất lượng khám chữa bệnh, giảm chi phí và thúc đẩy chuyển đổi số tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình. PACS-Cloud có tiềm năng lớn để mở rộng và mang lại lợi ích cho hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình.

Từ khóa: PACS, PACS-Cloud, chuyển đổi số.

Summary

Objective: To analyze and evaluate the effectiveness of the Picture Archiving and Communication System (PACS) implementation at Ninh Binh Provincial General Hospital, and to propose solutions for further development of the PACS system within the healthcare system of Ninh Binh Province. **Subject and method:** A descriptive study was conducted with research subjects including patients, patients' families undergoing inpatient treatment at the hospital, radiology technicians, radiologists, and clinical doctors. **Result:** The PACS system had shortened the time required for diagnostic imaging procedures from 95.5 minutes to 51.1 minutes, while also enhancing the accuracy of treatment, particularly for critically ill and emergency patients. The system also facilitates remote consultations and information sharing between hospitals. Over a

Ngày nhận bài: 15/9/2025, ngày chấp nhận đăng: 29/9/2025

* Tác giả liên hệ: nguyenhung89vnn@gmail.com - Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình

three-year period (2020-2022), PACS helped the hospital save more than 16 billion VND, and it is projected to save nearly 59.9 billion VND over 10 years, with an annual growth rate of 5%. Based on these achieved results, the research team recommends developing a PACS-Cloud system for the healthcare system in Ninh Binh Province. The PACS-Cloud would support healthcare facilities with or without internal PACS, providing an opportunity for artificial intelligence application in diagnostics and contributing to the digital transformation process within the healthcare system of the province. *Conclusion:* The PACS system has improved the quality of medical services, reduced costs, and promoted digital transformation at Ninh Binh Provincial General Hospital. The PACS-Cloud system has great potential for expansion and bringing benefits to the healthcare system of Ninh Binh Province.

Keywords: PACS, PACS-Cloud, digital transformation.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo báo cáo của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) năm 2015, hệ thống PACS (Picture Archiving and Communication System) đã được triển khai tại 125 quốc gia và vùng lãnh thổ, cho thấy sự phổ biến của công nghệ này trong các hệ thống y tế toàn cầu. Tại các quốc gia phát triển, hệ thống PACS đã trở thành công cụ quan trọng trong việc lưu trữ và truyền tải hình ảnh y tế, góp phần nâng cao hiệu quả chẩn đoán và điều trị¹.

Tại Việt Nam, hiện có 1.451 bệnh viện công lập và 219 bệnh viện tư nhân, nhưng chỉ có 23 bệnh viện (1,37%) ứng dụng hệ thống PACS², trong đó có Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình. Tuy nhiên, ở Việt Nam, hiện chưa có nghiên cứu nào đánh giá một cách đầy đủ hiệu quả của việc ứng dụng hệ thống PACS trong các bệnh viện. Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình, với việc ứng dụng hệ thống PACS từ năm 2017, đã có những bước tiến đáng kể trong công tác khám chữa bệnh. Tuy nhiên, để khẳng định hiệu quả và mở rộng mô hình này, cần có các nghiên cứu khoa học chứng minh cụ thể. Do đó, chúng tôi thực hiện nghiên cứu "Đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình" với mục tiêu:

Phân tích, đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống PACS tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình.

Đề xuất giải pháp phát triển ứng dụng hệ thống PACS trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đối tượng

Người bệnh và người nhà người bệnh điều trị nội trú tại 10 khoa thường xuyên ứng dụng hệ thống PACS trong thời gian tiến hành nghiên cứu với tiêu chuẩn loại trừ:

Người bệnh, người nhà người bệnh lơ mơ, mất ý thức và không đồng ý tham gia khảo sát.

Đã thực hiện chụp phim X-quang có in phim (phương pháp chụp và in phim truyền thống) từ 2 lần trở lên mới đánh giá chính xác được hiệu quả trong chụp phim X-quang không in phim (Bệnh viện ứng dụng hệ thống PACS).

Nhân viên y tế trực tiếp sử dụng hệ thống PACS: Kỹ thuật viên CĐHA, bác sĩ CĐHA, bác sĩ lâm sàng.

Tất cả các chỉ định chụp X-quang, CT, MRI từ 01/01/2020 đến 31/12/2022.

Địa điểm nghiên cứu: Nghiên cứu được thực hiện tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình từ tháng 8/2021 đến tháng 8/2023.

2.3. Phương pháp

Thiết kế nghiên cứu: Tiến cứu (hiệu quả xã hội), hồi cứu và mô tả cắt ngang có phân tích (hiệu quả kinh tế).

Biến số trong nghiên cứu: Trong lưu trữ và bảo quản; về số lượng, chất lượng hình ảnh hiển thị; về thời gian và công việc (hiệu quả xã hội).

Chỉ định chụp phim X-quang, CT, MRI (hiệu quả kinh tế).

Cỡ mẫu: 650 nhân viên y tế (mẫu toàn bộ), 954 người bệnh và 954 người nhà người bệnh (mẫu ngẫu nhiên).

Phương pháp thu thập số liệu:

Phòng vấn trực tiếp, người được phỏng vấn trả lời phỏng vấn qua phiếu khảo sát đã được tham khảo ý kiến của chuyên gia cho từng nhóm đối tượng riêng biệt (hiệu quả xã hội).

Thống kê chỉ định chụp phim từ ngày 01/01/2020 đến ngày 31/12/2022 (hiệu quả kinh tế).

Phân tích số liệu:

Số liệu sau khi làm sạch được nhập vào máy tính bằng phần mềm Epidata và được phân tích bằng phần mềm SPSS 26.0 (hiệu quả xã hội).

Số liệu sau khi được thu thập thống kê trên phần mềm HIS xuất sang excel. Số liệu được phân tích trên phần mềm excel (hiệu quả kinh tế).

2.4. Đạo đức nghiên cứu

Đối tượng được giải thích và đồng ý tham gia nghiên cứu. Thông tin thu thập được bảo mật và chỉ sử dụng cho mục đích nghiên cứu.

III. KẾT QUẢ

3.1. Phân tích, đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS)

3.1.1. Hiệu quả đối với xã hội

Kết quả khảo sát trong lưu trữ và bảo quản

Bảng 1. So sánh trong lưu trữ và bảo quản

Phương pháp truyền thống	Ứng dụng hệ thống PACS
Phim được lưu trữ thủ công, không đồng bộ nên dễ bị nhầm lẫn, thất lạc	Được lưu trữ hoàn toàn tự động trên hệ thống PACS
Cần không gian lớn để lưu trữ	Dung lượng lưu trữ lớn
Mất thời gian để lưu trữ và bảo quản phim	Không mất thời gian lưu trữ và bảo quản
Mất thời gian tìm kiếm, tra cứu phim	Thời gian truy xuất dữ liệu của người bệnh nhanh chóng, chính xác
Phim chỉ tồn tại trong thời gian ngắn, bị trầy xước không thể đọc chính xác	Hình ảnh của người bệnh được lưu trữ lâu dài

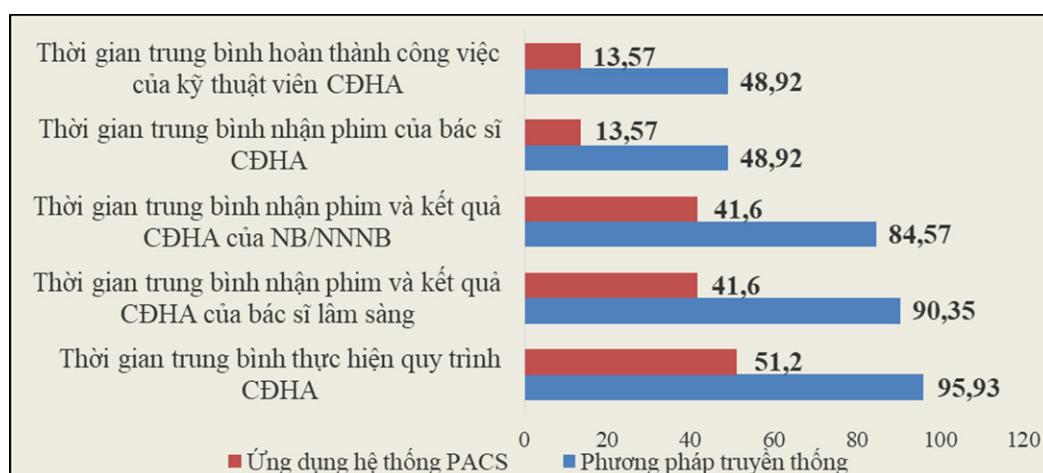
Kết quả khảo sát về số lượng và chất lượng hình ảnh hiển thị

Bảng 2. So sánh về số lượng và chất lượng hình ảnh hiển thị

	Phương pháp truyền thống	Ứng dụng hệ thống PACS
Số lượng hình ảnh hiển thị	Số lượng hình ảnh bị hạn chế, chỉ hiển thị tối đa 30 lát cắt/ phim	Không hạn chế số lượng hình ảnh hiển thị
Chất lượng hình ảnh hiển thị	- Chất lượng hình ảnh hiển thị thấp - Hình ảnh hiển thị dưới dạng 2D, hình ảnh không thể phóng to, không có công cụ hỗ trợ CĐHA	- Chất lượng hình ảnh hiển thị cao - Hình ảnh được hiển thị 3D, được trang bị các công cụ xử lý hình ảnh chuyên sâu, tích hợp trí tuệ nhân tạo hỗ trợ CĐHA

*Kết quả khảo sát về thời gian và công việc***Bảng 3. So sánh thời gian trung bình thực hiện quy trình CĐHA giữa phương pháp truyền thống với việc ứng dụng hệ thống PACS**

Bước	Quy trình thực hiện CĐHA	Thời gian trung bình thực hiện các bước	
		Phương pháp truyền thống	Ứng dụng hệ thống PACS
1	Người bệnh/ người nhà người bệnh đến tiếp đón, lấy số thứ tự tại khoa CĐHA và chờ để chụp phim	19,58 phút	19,08 phút
2	Kỹ thuật viên CĐHA chụp phim cho người bệnh theo chỉ định của bác sĩ lâm sàng	13,57 phút	13,57 phút
3	Kỹ thuật viên CĐHA dựng ảnh, in phim, kiểm tra chất lượng phim, phân loại phim và chuyển cho bác sĩ CĐHA	35,35 phút	X
4	Bác sĩ CĐHA đọc phim và đưa ra kết luận	10,53 phút	8,95 phút
5	Nhân viên tiếp đón khoa CĐHA trả phim và kết quả CĐHA cho người bệnh/người nhà người bệnh	5,54 phút	X
6	Người bệnh/ người nhà người bệnh mang phim và kết quả CĐHA cho bác sĩ lâm sàng	5,78 phút	X
7	Bác sĩ lâm sàng xem phim và kết quả CĐHA, giải thích hình ảnh tổn thương trên phim và kết quả CĐHA cho người bệnh/ người nhà người bệnh, đưa ra kết luận	5,58 phút	9,60 phút
Tổng thời gian trung bình thực hiện quy trình CĐHA		95,93 phút	51,20 phút

**Biểu đồ 1. Kết quả khảo sát về thời gian**

3.1.2. Hiệu quả về kinh tế

Hiệu quả về kinh tế việc ứng dụng hệ thống PACS tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình trong 3 năm (từ năm 2020 đến hết năm 2022)

Bảng 4. Tổng chi phí bệnh viện tiết kiệm được khi ứng dụng hệ thống PACS trong 3 năm (từ năm 2020 đến hết năm 2022)

Đơn vị tính: VNĐ

	Năm 2020	Năm 2021	Năm 2022
Tiết kiệm chi phí mua phim, in phim	6.322.588.197	6.815.639.612	7.552.373.684
Tiết kiệm chi phí bảo trì, bảo dưỡng máy in phim	240.000.000	240.000.000	240.000.000
Tiết kiệm chi phí mua bao đựng phim	598.263.552	616.942.689	684.739.039
Tiết kiệm chi phí lưu trữ và bảo quản phim	250.000.000	275.000.000	300.000.000
Tiết kiệm chi phí tiêu hủy phim	134.368.000	144.670.000	161.602.000
Chi phí bảo trì bảo dưỡng hệ thống PACS (10% tổng giá trị hệ thống PACS)	- 1.391.500.000	- 1.391.500.000	- 1.391.500.000
Chi phí khấu hao tài sản hệ thống PACS (10% tổng giá trị hệ thống PACS)	- 1.391.500.000	- 1.391.500.000	- 1.391.500.000
Tổng	4.762.219.749	5.309.252.301	6.155.714.723

Dự kiến hiệu quả về kinh tế việc ứng dụng hệ thống PACS tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình sau 10 năm (khi hết khấu hao tài sản) với mức tăng trưởng mỗi năm tăng 5%.

Bảng 5. Dự kiến tổng chi phí Bệnh viện tiết kiệm được khi ứng dụng hệ thống PACS sau 10 năm (khi hết khấu hao tài sản) với mức tăng trưởng mỗi năm tăng 5%

Đơn vị tính: VNĐ

Năm	Dự kiến chi phí Bệnh viện tiết kiệm được hàng năm với mức tăng trưởng 5%	Ghi chú
2020	4.762.219.749 (5% năm 2020 là 238.110.987 VNĐ)	Chi phí thực tế Bệnh viện tiết kiệm được năm 2020, từ đó để tính dự kiến chi phí Bệnh viện tiết kiệm hàng năm với mức tăng trưởng 5% (tính theo lũy kế các năm)
2021	5.000.330.736 (5% năm 2021 là 250.016.537 VNĐ)	Chi phí thực tế Bệnh viện tiết kiệm được năm 2021 là 5.309.252.301 VNĐ tăng 547.032.552 VNĐ so với chi phí dự kiến Bệnh viện tiết kiệm được năm 2020 (tăng 11,48%)

Năm	Dự kiến chi phí Bệnh viện tiết kiệm được hàng năm với mức tăng trưởng 5%	Ghi chú
2022	5.250.347.273	Chi phí thực tế Bệnh viện tiết kiệm được năm 2022 là 6.155.714.723 VNĐ tăng 1.155.383.987 VNĐ so với chi phí dự kiến Bệnh viện tiết kiệm được năm 2021 (tăng 23,10%)
2023	5.512.864.637	
2024	5.788.507.869	
2025	6.077.933.262	
2026	6.381.829.925	
2027	6.700.921.422	
2028	7.035.967.493	
2029	7.387.765.867	
Tổng	59.898.688.234	Đã được khấu trừ chi phí đầu tư (khấu hao tài sản 10 năm)

3.2. Đề xuất giải pháp phát triển ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình

3.2.1. Các nội dung triển khai để Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình thực sự làm chủ và ứng dụng thành công hệ thống PACS

Đầu tư nâng cấp hạ tầng cơ sở vật chất, hạ tầng công nghệ thông tin đảm bảo tính chính xác, ổn định và linh hoạt của hệ thống PACS

Phát triển hệ thống PACS đáp ứng quy định của Bộ Y tế về hồ sơ bệnh án điện tử³.

Đầu tư, nâng cấp hệ thống HIS kết nối liên thông 2 chiều với hệ thống PACS, đảm bảo tính đồng bộ và chính xác của hệ thống PACS.

Đầu tư nâng cấp, đồng bộ hoá trang thiết bị phục vụ chẩn đoán hình ảnh với hệ thống PACS.

Triển khai ứng dụng hệ thống PACS an toàn và hiệu quả

An toàn thông tin trong triển khai ứng dụng hệ thống PACS:

Xây dựng quy chế đảm bảo an toàn, an ninh thông tin trong hoạt động ứng dụng Công nghệ thông tin của Bệnh viện.

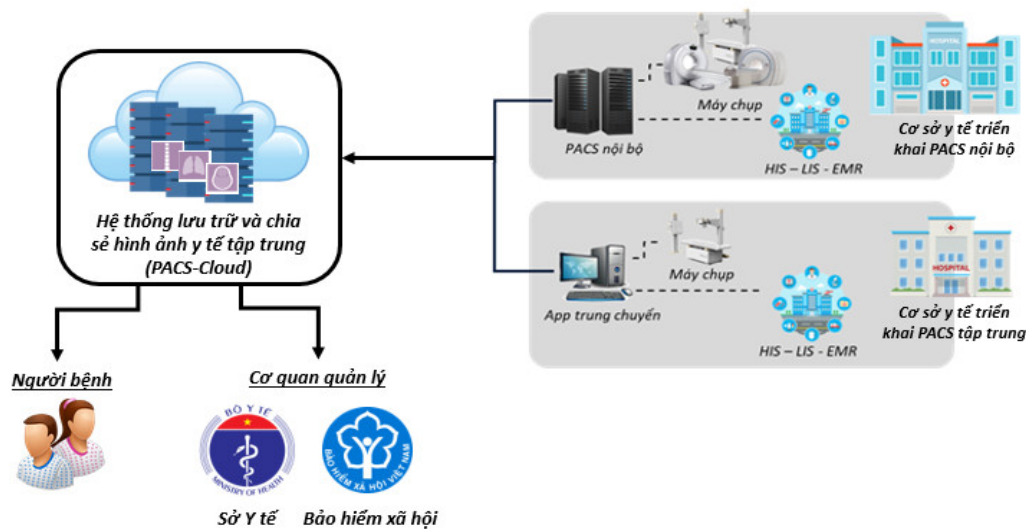
Xây dựng kịch bản phòng ngừa, khắc phục sự cố an toàn thông tin trong hoạt động của Bệnh viện.

Xây dựng quy trình thực hiện chẩn đoán hình ảnh ứng dụng hệ thống PACS.

Đào tạo nhân lực để Bệnh viện thực sự làm chủ và ứng dụng thành công hệ thống PACS.

3.2.2. Đề xuất giải pháp phát triển hệ thống lưu trữ và chia sẻ hình ảnh y tế tập trung (PACS-Cloud) trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình

Đề xuất mô hình kết nối tổng thể hệ thống PACS-Cloud

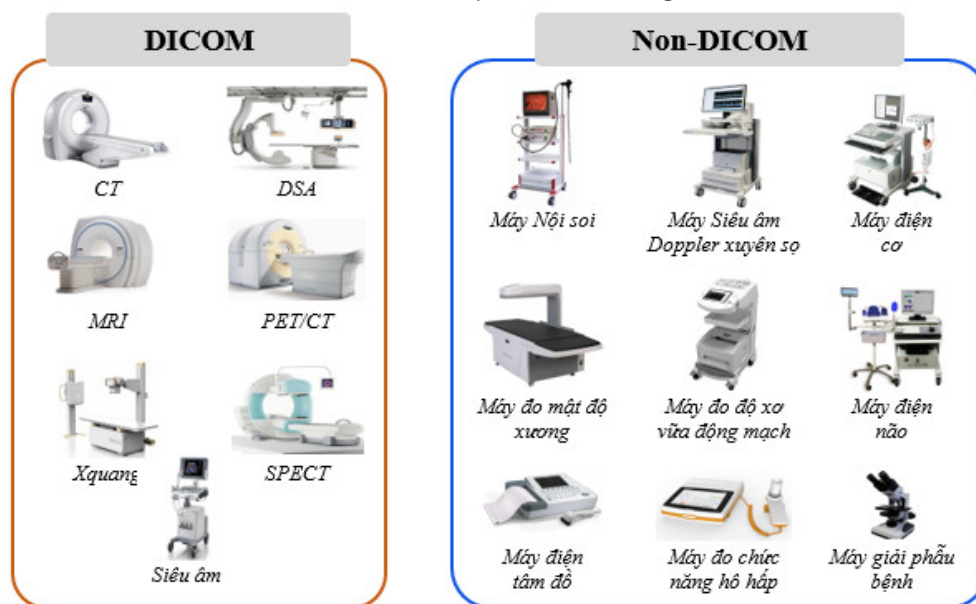


Hình 1. Mô hình kết nối tổng thể hệ thống PACS-Cloud

Sơ đồ hoạt động của mô hình kết nối tổng thể hệ thống PACS-Cloud:

Hệ thống PACS-Cloud giữ vai trò trung tâm, là nơi lưu trữ và chia sẻ tập trung toàn bộ hình ảnh y tế trong tỉnh. Các cơ sở có PACS nội bộ đồng bộ dữ liệu lên Cloud, trong khi các cơ sở chưa có PACS truyền ảnh qua ứng dụng trung chuyển để chuẩn hóa trước khi đưa vào hệ thống. Cách tiếp cận này giúp tuyến dưới không phải đầu tư hạ tầng PACS riêng, vốn đòi hỏi chi phí cao về phần cứng, lưu trữ và nhân lực vận hành nhưng vẫn khai thác đầy đủ chức năng như lưu trữ, truy xuất và chia sẻ hình ảnh, đồng thời giảm chi phí vận hành. PACS-Cloud còn liên thông với HIS, LIS, EMR, tạo thuận lợi cho bác sĩ truy xuất kết quả, người bệnh tiếp cận dịch vụ nhanh chóng và cơ quan quản lý khai thác dữ liệu phục vụ giám sát, thanh toán. Nguyên lý cốt lõi là “tập trung hóa lưu trữ - phân tán hóa truy cập”, vừa bảo đảm tính liên thông dữ liệu, vừa tạo nền tảng cho bệnh án điện tử và ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong y tế.

Đề xuất kết nối tất cả các thiết bị CDHA tại cơ sở y tế với hệ thống PACS-Cloud

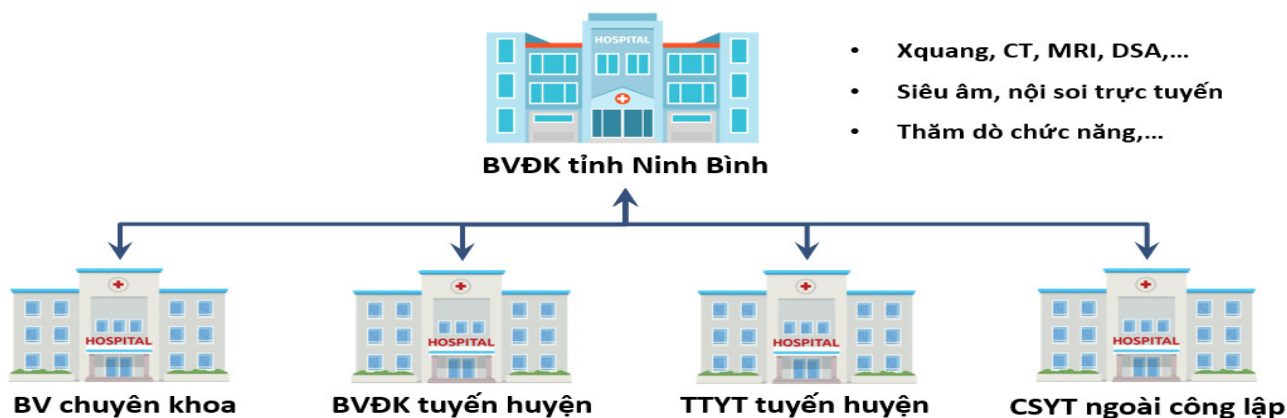


Hình 2. Các thiết bị CDHA kết nối với hệ thống PACS-Cloud

Sơ đồ hoạt động của mô hình kết nối toàn bộ thiết bị CĐHA với hệ thống PACS-Cloud:

Đề xuất kết nối toàn bộ thiết bị chẩn đoán hình ảnh (CĐHA) tại các cơ sở y tế với hệ thống PACS-Cloud nhằm tập trung và liên thông dữ liệu. Các thiết bị DICOM (CT, MRI, X-quang, PET/CT, DSA, SPECT, siêu âm) kết nối trực tiếp, trong khi thiết bị non-DICOM (nội soi, điện cơ, điện não, điện tâm đồ, đo mật độ xương, giải phẫu bệnh...) cần chuẩn hóa qua ứng dụng trung chuyển. Hiện tại, PACS tại BVĐK tỉnh Ninh Bình mới chỉ tích hợp thiết bị DICOM nên dữ liệu còn phân tán. Kết nối đồng bộ tất cả thiết bị sẽ tạo hệ thống lưu trữ toàn diện, hỗ trợ triển khai bệnh án điện tử.

Đề xuất thành lập và duy trì bộ phận hội chẩn, tư vấn CĐHA từ xa tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình



Hình 3. Thành lập và duy trì bộ phận hội chẩn, tư vấn CĐHA từ xa tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình

Sơ đồ hoạt động của mô hình bộ phận hội chẩn, tư vấn CĐHA từ xa tại BVĐK tỉnh Ninh Bình:

Đề xuất thành lập và duy trì bộ phận hội chẩn, tư vấn CĐHA từ xa tại BVĐK tỉnh Ninh Bình nhằm xây dựng trung tâm hội chẩn cấp tỉnh. Các bệnh viện tuyến huyện, chuyên khoa, TTYT và cơ sở y tế ngoài công lập sẽ gửi dữ liệu hình ảnh về BVĐK tỉnh qua hệ thống PACS-Cloud. Đội ngũ bác sĩ tại BVĐK tỉnh phân tích, tư vấn và phản hồi kết quả kịp thời, đồng thời tích hợp vào bệnh án điện tử để đảm bảo tính đồng bộ và lâu dài. Mô hình này giúp nâng cao chất lượng chẩn đoán, giảm chuyển tuyến, tiết kiệm chi phí cho người bệnh và thúc đẩy tiến trình chuyển đổi số y tế toàn tỉnh.

Đề xuất hạ tầng phần cứng hệ thống PACS-Cloud

Bảng 6. Đề xuất hạ tầng phần cứng hệ thống PACS-Cloud

STT	Phần cứng	Yêu cầu tối thiểu
1	Máy sinh ảnh DICOM	Đáp ứng chuẩn Dicom/ non-DICOM
2	Máy sinh ảnh non-DICOM	Có thể xuất dữ liệu ra nguồn live video qua thiết bị thu tín hiệu vào cổng usb máy tính hoặc xuất file đa phương tiện ra máy tính.
3	Đường truyền Internet cho các cơ sở y tế	Đường truyền cáp quang: 100Mbps dành riêng cho PACS. Đường truyền chính và dự phòng từ 2 nhà mạng và 2 hướng khác nhau. Đường truyền mạng LAN: 1Gbps.

IV. BÀN LUẬN

4.1. Phân tích, đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình

4.1.1. Hiệu quả đối với xã hội

a) Hiệu quả trong lưu trữ và bảo quản

Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống PACS hỗ trợ lưu trữ hình ảnh kỹ thuật số, tiết kiệm không gian, giảm chi phí vận hành và hạn chế rủi ro từ các yếu tố môi trường. Hệ thống cũng bảo đảm dữ liệu y tế được lưu giữ lâu dài và dễ dàng truy xuất. Hains và cộng sự chỉ ra rằng PACS rút ngắn thời gian chờ đợi và nâng cao hiệu suất công việc nhờ khả năng truy xuất nhanh⁴. Paré và cộng sự chứng minh PACS giảm sự phụ thuộc vào lưu trữ vật lý, nâng cao khả năng chia sẻ dữ liệu giữa các cơ sở y tế, đồng thời tăng cường bảo mật thông tin bệnh nhân, hạn chế thất lạc hoặc hư hỏng dữ liệu⁵.

b) Hiệu quả về số lượng và chất lượng hình ảnh hiển thị

PACS mang lại hiệu quả rõ rệt trong việc hiển thị số lượng và chất lượng hình ảnh y tế. Hệ thống cho phép truy cập không giới hạn số lượng hình ảnh, giúp bác sĩ phân tích toàn bộ lát cắt mà không bị gián đoạn. Hains và cộng sự khẳng định PACS vượt trội hơn phương pháp truyền thống về tốc độ chia sẻ và truy xuất hình ảnh. Về chất lượng, PACS hỗ trợ hiển thị hình ảnh 3D độ phân giải cao và tích hợp công cụ xử lý nâng cao⁴. Beetz và cộng sự chứng minh việc kết hợp PACS với trí tuệ nhân tạo cải thiện chất lượng phân tích, nâng cao độ chính xác chẩn đoán và giảm sai sót⁶.

b) Hiệu quả về thời gian và công việc

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi chỉ ra rằng việc triển khai hệ thống PACS mang lại cải tiến rõ rệt trong việc giảm thời gian và nâng cao hiệu quả công việc. Đối với kỹ thuật viên CĐHA, thời gian hoàn thành công việc giảm từ 48,92 phút xuống 13,57 phút, giúp giảm sai sót và nâng cao độ

chính xác. Hains và cộng sự chỉ ra rằng PACS giúp giảm thời gian xử lý và tự động hóa quy trình, nâng cao hiệu quả công việc⁴.

Đối với bác sĩ CĐHA, thời gian nhận phim giảm từ 48,92 phút xuống 13,57 phút, tạo điều kiện thuận lợi cho việc hội chẩn và đưa ra quyết định nhanh chóng. Kawa và cộng sự khẳng định PACS giúp cải thiện quy trình làm việc và giảm gián đoạn, đặc biệt trong các tình huống khẩn cấp. Hệ thống PACS cũng tích hợp trí tuệ nhân tạo hỗ trợ phát hiện tổn thương sớm, giúp bác sĩ chẩn đoán chính xác hơn⁷.

Về phía bác sĩ lâm sàng, thời gian nhận kết quả giảm từ 90,35 phút xuống 41,60 phút, giúp bác sĩ nhanh chóng đưa ra chẩn đoán chính xác và kịp thời. Sirota-Cohen và cộng sự cho rằng PACS giúp bác sĩ tiết kiệm thời gian và nâng cao hiệu quả làm việc nhờ chia sẻ dữ liệu nhanh chóng⁸.

Đặc biệt, hệ thống PACS mang lại lợi ích lớn cho người bệnh khi thời gian nhận phim và kết quả giảm từ 84,57 phút xuống 41,60 phút, giúp tiết kiệm thời gian khám và điều trị mà vẫn đảm bảo chất lượng dịch vụ tốt nhất. Theo Hains và cộng sự, PACS không chỉ giúp người bệnh tiết kiệm thời gian mà còn giảm bớt căng thẳng, nâng cao sự hài lòng khi khám chữa bệnh⁴.

Hệ thống PACS cũng giúp Bệnh viện tiết kiệm chi phí và nhân lực liên quan đến việc in phim, lưu trữ và bảo quản. Hurlen và cộng sự chỉ ra rằng việc triển khai PACS giúp bệnh viện giảm quá tải, nâng cao chất lượng dịch vụ và tiết kiệm chi phí cho các bệnh viện tuyến dưới⁹.

4.1.2. Hiệu quả về kinh tế

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi chỉ ra rằng việc triển khai Hệ thống PACS giúp bệnh viện tiết kiệm chi phí và tạo ra lợi nhuận đáng kể. Trong ba năm (2020–2022), tổng chi phí tiết kiệm là 16.227.186.773 VNĐ, trong khi chi phí đầu tư là 13.915.000.000 VNĐ, mang lại lợi nhuận 2.312.186.773 VNĐ. Dự kiến, sau 10 năm, bệnh viện sẽ tiết kiệm 59.898.688.234 VNĐ. Điều này cho thấy PACS không chỉ giúp giảm chi phí mà còn mang lại lợi nhuận bền vững trong dài hạn.

Nghiên cứu của Alalawi và cộng sự cũng chỉ ra rằng việc triển khai PACS giúp các bệnh viện tiết kiệm chi phí đáng kể, đặc biệt khi loại bỏ sự phụ thuộc vào lưu trữ vật lý, giảm chi phí in phim và bảo quản. Việc chuyển sang hệ thống lưu trữ điện tử giúp giảm chi phí vật tư, quản lý tài liệu hiệu quả hơn và tăng cường hiệu quả công việc, từ đó giúp giảm chi phí vận hành tổng thể của bệnh viện ¹⁰.

Bên cạnh lợi ích kinh tế cho bệnh viện, việc triển khai hệ thống PACS còn mang lại lợi ích đáng kể cho người bệnh. Theo Abdekhoda và Salih, việc sử dụng PACS giúp cải thiện chất lượng dịch vụ y tế, từ đó nâng cao sự hài lòng của người bệnh và giảm chi phí điều trị phát sinh khi không phải chuyển viện. Việc giảm chi phí này giúp người bệnh tiết kiệm chi phí điều trị bổ sung và dễ dàng tiếp cận dịch vụ y tế chất lượng cao mà không lo lắng về chi phí phát sinh ¹¹.

4.2. Đề xuất giải pháp phát triển ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình

4.2.1. Các nội dung triển khai để Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình thực sự làm chủ và ứng dụng thành công hệ thống PACS

Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình là một trong 23 đơn vị đầu tiên trong cả nước triển khai hệ thống PACS ² và thuộc nhóm ít bệnh viện được Bảo hiểm y tế thanh toán dịch vụ này. Để đảm bảo khai thác hiệu quả, bệnh viện cần chuẩn bị đồng bộ về hạ tầng kỹ thuật, an toàn thông tin, quy trình nghiệp vụ và nguồn nhân lực.

Trước hết, hạ tầng kỹ thuật được xem là yếu tố nền tảng. Paré và cộng sự, Siegel và cộng sự chỉ ra rằng tính ổn định và khả năng tích hợp liên thông quyết định trực tiếp đến hiệu quả triển khai, đặc biệt trong kết nối với HIS và hồ sơ bệnh án điện tử ^{12,13}.

Tiếp theo, an toàn thông tin giữ vai trò then chốt. Karimian và cộng sự khẳng định rằng việc chia sẻ hình ảnh y tế trong môi trường số đòi hỏi cơ chế bảo mật nghiêm ngặt cùng quy trình ứng phó sự cố

rõ ràng ¹⁴. Do đó, các biện pháp như ban hành quy chế, xây dựng kịch bản phòng ngừa – khắc phục sự cố, phân quyền và giám sát truy cập cần được áp dụng.

Bên cạnh đó, chuẩn hóa quy trình nghiệp vụ là điều kiện cần để tối ưu hóa giá trị PACS. Hains và cộng sự, Montazeri và cộng sự chứng minh rằng hệ thống chỉ phát huy hiệu quả khi được tích hợp hợp lý vào toàn bộ quy trình từ chụp, truyền, đọc, lưu trữ đến báo cáo ^{4,15}.

Cuối cùng, nguồn nhân lực và quản trị thay đổi được xác định là yếu tố quyết định. Aldosari cho thấy rào cản chính tại Ả Rập Xê Út xuất phát từ sự thiếu sẵn sàng của nhân viên y tế ¹⁶; Buabbas tại Kuwait nhấn mạnh tầm quan trọng của đào tạo thực hành và hỗ trợ kỹ thuật ¹⁷; trong khi Top M tại Thổ Nhĩ Kỳ khẳng định sự cam kết của lãnh đạo là yếu tố thúc đẩy sự chấp nhận ¹⁸. Các bằng chứng này cho thấy rằng, ngoài đầu tư công nghệ, chiến lược đào tạo đa cấp kết hợp quản trị thay đổi hiệu quả là chìa khóa bảo đảm thành công và bền vững trong triển khai PACS.

4.2.2. Đề xuất giải pháp phát triển hệ thống lưu trữ và chia sẻ hình ảnh y tế tập trung (PACS-Cloud) trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình

Lộ trình của Bộ Y tế quy định đến năm 2028 toàn bộ cơ sở khám, chữa bệnh phải hoàn thành triển khai bệnh án điện tử ³, trong đó PACS là nền tảng quan trọng để lưu trữ và chia sẻ hình ảnh y tế. Tuy nhiên, thực tế còn nhiều bất cập: Cả nước mới chỉ có 23 bệnh viện triển khai PACS ², chủ yếu tại tuyến trung ương hoặc một số tỉnh có điều kiện; tại Ninh Bình mới có Bệnh viện Đa khoa tỉnh áp dụng. Điều này phản ánh sự chênh lệch lớn về năng lực số và đặt ra yêu cầu cấp thiết về một giải pháp tập trung, đồng bộ và bền vững.

Trên thực tế, hệ thống PACS hiện tại còn nhiều hạn chế: Vận hành cục bộ, thiếu liên thông dữ liệu; một số nơi vẫn duy trì in phim truyền thống; chi phí đầu tư cao khiến bệnh viện nhỏ và vừa khó tiếp cận; nhiều thiết bị non-DICOM chưa được kết nối; trong khi PACS truyền thống dựa vào phần cứng vật lý khó mở rộng và bảo trì.

Những bất cập này phù hợp với nhận định của Kawa và cộng sự về sự kém linh hoạt của PACS truyền thống⁷, đồng thời củng cố quan điểm của Karimian và Rahimi rằng hiệu quả chia sẻ hình ảnh y tế phụ thuộc mạnh mẽ vào yếu tố tổ chức và nguồn nhân lực¹⁴.

Trước thực trạng trên, nghiên cứu đề xuất giải pháp phát triển hệ thống PACS tập trung (PACS-Cloud) cho y tế tỉnh Ninh Bình. Mô hình này giúp đồng bộ dữ liệu toàn tỉnh, loại bỏ gánh nặng đầu tư riêng lẻ, khi các cơ sở không cần xây dựng PACS nội bộ tốn kém mà vẫn khai thác đầy đủ chức năng lưu trữ, truy xuất và chia sẻ hình ảnh, đồng thời bảo đảm khả năng mở rộng, dự phòng và bảo mật. Giải pháp này có nhiều điểm tương đồng với mô hình Vendor Neutral Archive (VNA) mà Sirota-Cohen và cộng sự chứng minh hiệu quả trong lưu trữ và chia sẻ dữ liệu đa nguồn⁸. Bên cạnh đó, nghiên cứu nhấn mạnh việc kết nối toàn bộ thiết bị CĐHA, cả DICOM và non-DICOM, để hình thành kho dữ liệu toàn diện phục vụ chẩn đoán, nghiên cứu và ứng dụng trí tuệ nhân tạo. Đây là bước đi quan trọng giúp hệ thống không chỉ đáp ứng yêu cầu bệnh án điện tử mà còn mở ra tiềm năng ứng dụng công nghệ mới trong y tế. Ngoài ra, việc thành lập và duy trì bộ phận hội chẩn, tư vấn CĐHA từ xa tại BVĐK tỉnh sẽ giúp khai thác trực tiếp sức mạnh của PACS-Cloud, hỗ trợ tuyến dưới trong chẩn đoán, giảm tỷ lệ chuyển tuyến không cần thiết, từ đó nâng cao chất lượng điều trị và tối ưu hóa nguồn lực y tế trong toàn tỉnh.

Tuy nhiên, để triển khai thành công, các bệnh viện cần chuẩn bị đồng bộ về hạ tầng kỹ thuật, an toàn thông tin, quy trình nghiệp vụ và nhân lực chuyên môn. Nếu thiếu, hệ thống dễ chỉ mang tính hình thức và không phát huy hiệu quả thực tiễn. Ngoài ra, chi phí vận hành hạ tầng cloud, yêu cầu băng thông ổn định cho dữ liệu dung lượng lớn và việc chuẩn hóa dữ liệu non-DICOM là những thách thức cần được giải quyết. Trong đó, đào tạo và hỗ trợ thường xuyên cho nhân lực CNTT y tế, đặc biệt tại tuyến dưới, giữ vai trò quyết

định để bảo đảm hệ thống PACS-Cloud hoạt động an toàn, hiệu quả và bền vững.

V. KẾT LUẬN

Phân tích, đánh giá hiệu quả ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) tại Bệnh viện Đa khoa tỉnh Ninh Bình

Hiệu quả đối với xã hội: Kết quả nghiên cứu cho thấy hệ thống PACS là phần không thể thiếu trong hệ thống thông tin y tế. Với sự hỗ trợ của phần mềm, bác sĩ dễ dàng xử lý và phân tích hình ảnh, đồng thời có thể truy xuất nhanh chóng, chính xác và chia sẻ thông tin với các chuyên gia hoặc bệnh viện tuyến trên từ xa, giúp nâng cao chất lượng khám chữa bệnh, giảm quá tải cho bệnh viện tuyến trên, và cung cấp dịch vụ y tế chất lượng ngay tại Bệnh viện. Quy trình CĐHA được rút ngắn từ 7 bước xuống 4 bước, thời gian thực hiện giảm từ 95,52 phút xuống 51,12 phút, đặc biệt hỗ trợ hiệu quả trong các ca cấp cứu nguy kịch.

Hiệu quả về kinh tế: Tổng chi phí Bệnh viện tiết kiệm được từ việc ứng dụng PACS trong 3 năm (2020-2022) là 16.227.186.773 VNĐ.

Dự kiến tổng chi phí Bệnh viện tiết kiệm được khi ứng dụng hệ thống PACS sau 10 năm (khi hết khấu hao tài sản) với mức tăng trưởng mỗi năm tăng 5% là 59.898.688.234 VNĐ.

Đề xuất giải pháp phát triển ứng dụng hệ thống lưu trữ và truyền tải hình ảnh (PACS) trong hệ thống y tế tỉnh Ninh Bình

Hệ thống PACS-Cloud có thể hoạt động với các cơ sở y tế có hoặc chưa có PACS nội bộ, cung cấp đầy đủ các tính năng cho tư vấn chẩn đoán từ xa, hội chẩn trực tuyến và quản lý thông tin y tế. Đây là mô hình mới tại Việt Nam, đặc biệt phù hợp với các bệnh viện tuyến huyện. Việc triển khai PACS-Cloud sẽ thúc đẩy ứng dụng trí tuệ nhân tạo trong chẩn đoán, đồng thời đóng góp vào hệ thống bệnh án điện tử, hỗ trợ chuyển đổi số bệnh viện thành công.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. World Health Organization (2016) *Atlas of eHealth country profiles: The use of eHealth in support of universal health coverage*. Global Observatory for eHealth. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241511460>.
2. Cục Công nghệ thông tin - Bộ Y tế (2020, January 17). Danh sách các bệnh viện sử dụng PACS không in phim. <https://ehealth.gov.vn/Index.aspx?action=Detail&MenuChildID=391&Id=437>.
3. Bộ Y tế (2018, December 28). Thông tư số 46/2018/TT-BYT Quy định hồ sơ bệnh án điện tử.
4. Hains IM Georgiou A & Westbrook JI (2012) *The impact of PACS on clinician work practices in the intensive care unit: A systematic review of the literature*. Journal of the American Medical Informatics Association 19(4): 506-513. <https://doi.org/10.1136/amiajnl-2011-000422>.
5. Paré G & Trudel MC (2007) *Knowledge barriers to PACS adoption and implementation in hospitals*. International Journal of Medical Informatics 76(1): 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2006.01.004>
6. Beetz NL, Maier C, Segger L, Shnayien S, Trippel TD, Lindow N, Bousabarah, Westerhoff M, Fehrenbach U & Geisel D (2021) *First PACS-integrated artificial intelligence-based software tool for rapid and fully automatic analysis of body composition from CT in clinical routine*. Clinical Radiology and Translational Research. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/crt2.44>
7. Kawa J & Lasko TA (2022) *Design and implementation of a cloud PACS architecture*. Sensors, 22(21), 8569. <https://doi.org/10.3390/s22218569>.
8. Sirota-Cohen C, Rosipko B, Forsberg D & Sunshine JL (2019) *Implementation and benefits of a vendor-neutral archive and enterprise-imaging management system in an integrated delivery network*. Journal of Digital Imaging 32(2): 211-220. <https://doi.org/10.1007/s10278-018-0142-3>.
9. Hurlen P, Østbye T, Borthne A & Gulbrandsen P (2008) *Introducing PACS to the late majority: A longitudinal study*. Journal of Digital Imaging, 23(1), 87-94. <https://doi.org/10.1007/s10278-008-9160-x>
10. Alalawi ZM, Eid MM & Albarrak AI (2016) *Assessment of picture archiving and communication system (PACS) at three of Ministry of Health hospitals in Riyadh region: Content analysis*. Journal of Infection and Public Health 9(6): 713-724. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2016.09.004>.
11. Abdekhoda M, & Salih, KM (2017) *Determinant factors in applying picture archiving and communication systems (PACS) in healthcare*. Perspectives in Health Information Management, 14(Summer), 1c. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5559691/>.
12. Paré G, Lepanto L, Aubry D & Sicotte C (2005) *Toward a multidimensional assessment of picture archiving and communication system success*. International Journal of Technology Assessment in Health Care 21(4): 471-479. <https://doi.org/10.1017/S0266462305050658>.
13. Siegel E, & Reiner B (2002) *Work flow redesign: The key to success when using PACS*. American Journal of Roentgenology 178(3): 563-566. <https://doi.org/10.2214/ajr.178.3.1780563>.
14. Karimian S & Rahimi B (2023) *A systematic review of effects of exchanging and sharing medical images systems in a sociotechnical context: Evaluation perspectives*. Informatics in Medicine Unlocked, 38, 101212. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2023.101212>.
15. Montazeri M & Khajouei R (2022) *Determining the effect of the picture archiving and communication system (PACS) on different*

- dimensions of users' work. Journal of Healthcare Engineering, 2022, 4306714. <https://doi.org/10.1155/2022/4306714>.*
16. Aldosari B (2012) *User acceptance of a picture archiving and communication system (PACS) in a Saudi Arabian hospital radiology department. BMC Medical Informatics and Decision Making 12: 44. <https://doi.org/10.1186/1472-6947-12-44>.*
17. Buabbas AJ (2016) *Users' perspectives on a picture archiving and communication system (PACS): An in-depth study in a teaching hospital in Kuwait. JMIR Medical Informatics, 4(2): 21. <https://doi.org/10.2196/medinform.5703>.*
18. Top M (2012) *Physicians' views and assessments on picture archiving and communication systems (PACS) in two Turkish public hospitals. Journal of Medical Systems, 36(6), 3555–3562. <https://doi.org/10.1007/s10916-012-9831-5>.*