

移动设备及应用程序在影像诊断学和介入放射学中的应用分析

范则杨 佟小强 关海涛 范秀菊 高文峰 邹英华

(北京大学第一医院
北京 100034)

(河北省承德医院
承德 067000)

(包头市第八医院
包头 014000)

(北京大学第一医院
北京 100034)

〔摘要〕 利用 19 个关键词在应用程序商店搜索影像诊断学和介入放射学相关 APP, 运用统计学方法分析 APP 分类、满意度、发布者身份、下载量等参数。结果显示移动学习类程序较受欢迎, 有助于影像诊断学和介入放射学医生进行移动学习。

〔关键词〕 影像诊断学; 介入放射学; 电子移动设备; 移动学习; 应用程序

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2018.01.010

Application Analysis of Mobile Equipment and APP in Imaging Diagnostics and Interventional Radiology FAN Ze-yang, TONG Xiao-qiang, GUAN Hai-tao, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China; FAN Xiu-ju, Chengde Hospital, Chengde 067000, China; GAO Wen-feng, Baotou Eight Hospital, Baotou 014000, China; ZOU Ying-hua, Peking University First Hospital, Beijing 100034, China

〔Abstract〕 By making use of 19 keywords, the paper searches the APP Store for APP related to imaging diagnostics and interventional radiology, analyzes parameters like APP classifications, satisfaction, publisher identity and downloads with statistical methods. The result shows that mobile learning APP, which facilitate imaging diagnostics and interventional radiology doctors with mobile learning, are more popular.

〔Keywords〕 Imaging diagnostics; Interventional radiology; Electronic mobile device; Mobile learning; Application (APP)

1 引言

电子移动设备包括智能手机和平板电脑等, 用于通话、浏览互联网及运行 APP。智能手机已成为最重要的个人电子产品, 绝大多数医生拥有电子移

动设备用于学习和工作。移动学习 (Mobile Learning) 是随着电子移动设备发展而产生的学习模式^[1]。有研究显示医学类 APP 可满足教学培训、临床决策支持、测验等要求, 在各专业医师中产生积极作用^[2]。影像诊断学及介入放射学均是较依赖科学技术发展创新的学科, 本研究旨在统计这两个领域 APP 开发及应用情况以阐明电子移动设备及 APP 对领域内医生移动学习的价值。

〔修回日期〕 2017-10-31

〔作者简介〕 范则杨, 住院医师, 博士研究生; 通讯作者: 邹英华, 主任医师, 教授, 发表论文 100 余篇。

2 资料与方法

在苹果应用商店和各大安卓应用商店搜索影像诊断学及介入放射学相关 APP，使用的 12 个英文关键词包括：Radiology，Interventional Radiology，Interventional Oncology，Diagnostic Radiology，Radiographer，Radiologist，X - Ray，Plain Film，CT，MR，DSA，Medical Images；7 个中文关键词包括：影像诊断、放射诊断、介入、放射学、血管、肿瘤、造影。根据初步搜索结果，由影像诊断等及介入放射学各两名医师完成 APP 入选及满意度评价。入选标准是使用对象为医生及医学生，与影像诊断或介入放射学相关，与移动学习相关的 APP。统计的内容包括 APP 专业分类、发布平台、发布者、是否收费、下载数量、满意程度、是否包含广告、发布者身份等，同时对具有移动学习功能的 APP 进一步分类，见表 1。使用 SPSS 22.0 软件进行皮尔逊卡方检验（Pearson’s chi - squared test）分析， $P < 0.05$ 被认为有统计学差异。

表 1 影像诊断和介入放射学 APP 主要统计内容		
应用程序参数	分类	备注
专业分类	影像诊断学/介入放射学	-
程序功能	移动学习工具	平片、CT、MR、DSA 等基础知识和图谱；案例教学；互动问答及测试
	文献工具	包括文献搜索、浏览
	辅助工具	包括淋巴结分区/肿瘤分级/投照体位/药物信息等
	医师交流	包括疑难病例讨论、远程诊断工具等
	医学会议	包括会议介绍、会议日程等
	日常工作工具	包括 PACS 移动端、DICOM 浏览、报告查询等
发布平台	苹果/安卓/跨平台	跨平台发布的应用程序分别进行统计

续表 1		
发布者	医学机构/个人	-
费用	免费/收费	收费应用包括下载时收费或应用内购买
下载数量	< 100、100 ~ 999、1 000 ~ 9 999、> 10 000	苹果系统应用为 Apple Store 记录下载量，安卓系统应用为各大应用商店下载量总和
满意度	不满意：0 ~ 1 分，中等满意：2 ~ 3 分，满意：4 ~ 5 分	下载数量 $\geq 1\,000$ 的应用取应用商店用户评分的平均分，下载数量 < 1 000 的应用取 4 名医师评分的平均分

3 结果

截至 2017 年 6 月 23 日，初步搜索得到 323 个 APP，进一步排除非中文、英文 APP 26 个（8.1%），排除面向医学科普类或血管外科、心血管内科、神经内科、肿瘤内科等其他医学领域的 APP 33 个（10.2%），共得到 APP 264 个，见表 2。结果显示，苹果系统（51.9%）与安卓系统（48.1%）APP 比例相当，影像诊断学 APP（89.8%）明显多于介入放射学（10.2%），但这两个领域的 APP 无操作系统偏好（ $P > 0.99$ ）。用于移动学习的 APP 比例（35.2%）高于其他分类。移动学习 APP 大多数为英文（89.8%），可分为平片、CT、磁共振成像（MR）、数字减影血管造影（DSA）等基础知识和原理（58.1%），案例教学（16.1%），互动问答及测试（25.8%）。移动学习类的 APP 评价较高（满意比例 62.4%， $P < 0.01$ ），较受使用者欢迎。医学机构发布的移动学习类 APP 比例（25.4%）低于非医学机构（42.3%）（ $P < 0.05$ ）。APP 下载数量小于 100 的 APP 最多（40.9%），提示大部分应用没有被关闭。24.2% 的 APP 下载数量大于 10 000，这部分 APP 的满意度也较高（84.4%），有统计学差异（ $P < 0.000\,1$ ）。部分移动学习类 APP 界面，见图 1。

表 2 影像诊断和介入放射学 APP 部分统计结果

分类	数量（%）	专业分类				发布者		语言		语言下载数量				满意度		
		影像诊断		介入放射		医学机构	非医学机构	英文	中文	①	②	③	④	①	②	③
		苹果	安卓	苹果	安卓											
移动学习	93（35.2）	44	39	4	6	29	64	87	6	108	66	26	64	3	32	58
文献工具	27（9.1）	12	10	2	3	13	14	25	2	-	-	-	-	1	12	14
辅助工具	43（16.3）	16	24	2	1	17	36	51	2	-	-	-	-	2	20	21
医师交流	42（15.9）	18	21	2	1	29	13	32	10	-	-	-	-	2	18	22
医学会议	33（12.5）	12	15	3	3	13	10	20	3	-	-	-	-	2	20	11
工作平台	26（9.8）	12	14	0	0	13	13	22	4	-	-	-	-	1	14	11
总计	264	114	123	13	14	114	150	237	27	-	-	-	-	11	116	137

注：下载数量：① <100，② 100~999，③ 1 000~9999，④ >10 000；满意度：①不满意：0~1 分，②中等满意：2~3 分，③满意：4~5 分。

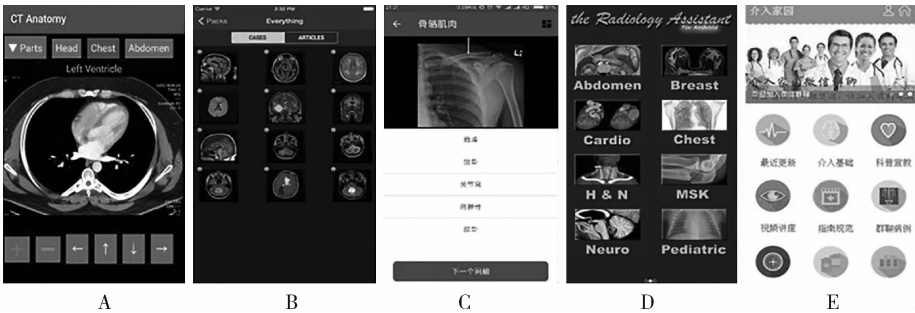


图 1 部分影像诊断学及介入放射学移动学习 APP 界面

注：A 为 CT Anatomy，主要功能为介绍 CT 基础影像解剖；B 为 Radiopaedia，主要功能为案例教学；C 为 UBC Radiology（中文版），主要功能为影像解剖测试；D 为 Radiology Assistant，主要功能为影像诊断知识；E 为介入家园，主要功能为介入放射医师学习及交流。

4 讨论

4.1 概述

电子移动设备在医生中已经普及。调查显示超过 90% 的医生及医学生使用过智能设备检索医学知识，超过 80% 的医学生或住院医师利用智能设备进行学习^[3]，且这个比例在不断增长^[4]。部分常用电

子设备显示参数，见表 3。影像诊断学及介入放射学专业对医学图像质量要求较高，X 线片、CT、MR、DSA 产生的图像具有较高的分辨率^[5]，传统上只能依靠医学影像显示器显示。随着科技及互联网技术的发展，电子移动设备在分辨率、亮度、对比度等一系列参数方面，已能在适当条件下满足影像浏览的需要^[6]。有研究显示利用移动设备进行冠脉 CTA 读片可达到与传统条件读片相仿的诊断效力^[7]。

表 3 医生常用电子设备显示参数

参数	苹果 iPad Pro	苹果 iPhone7	三星 Galaxy S8	外星人 ALW17C	苹果 Macbook Retina 13.3	Planar Dome E3
屏幕大小（cm/英寸）	26.7/10.5	12.0/4.7	14.7/5.8	45.7/18.7	33.8/13.3	52.8/20.8 英寸
设备类型	平板电脑	智能手机	智能手机	笔记本电脑	笔记本电脑	专业显示器
分辨率	2 224 × 1 668	1 334 × 750	2 960 × 1 440	1 920 × 1 080	2 560 × 1 600	2 048 × 1 536
像素（兆）	3.7	1.0	4.3	2.0	4.1	3.1

续表 3

像素密度 (ppi/dpi)	265	326	567	118	227	123
像素间距 (mm)	0.096	0.078	0.045	0.216	0.112	0.207
亮度 (cd/m2)	415	625	420	300	353	1 000
对比度	450:1	1 400:1	510:1	450:1	1 000:1	900:1
观看距离 (cm)	36	16	20	61	45	70
操作系统	iOS	iOS	Android	Window	Mac OS	N/A

4.2 移动学习

传统的纸质教科书难以提供足够的图像信息，不能及时更新，且难以形成互动，因此一定程度上限制这两个领域医师的学习。移动学习属于电子学习（E - Learning）的形式，具有方便快捷、易于传递、标准化、及时更新教学信息的特点^[8]。学习者可利用多种方式学习，如阅读教材、文献、课件，观看网络直播或录像，参加远程教育培训、测验、师生互动等。结合上述特点移动学习特别适合影像诊断及介入放射领域的医师。调查显示影像专业住院医师使用移动设备学习与阅读传统书籍的时间相仿，且移动设备的普及进一步增加影像医生学习时间^[9]。

4.3 影像诊断和介入

影像诊断和介入放射专业的 APP 以教科书、解剖图谱、案例教学、互动问答、测试等不同形式呈现。部分程序拥有交互式功能，可进行影像资料的缩放、滑动、旋转、调整窗宽窗位、测量、标注等，模拟真实阅片场景。部分 APP 拥有互动模块，采用问答、测试等模式吸引使用者参与。中文影像诊断学与介入放射学 APP 发展迅速，常融合多种功能，利于医生学习。介入放射学 APP 具有术式介绍、医生交流、案例分享等功能，但数量、用户量较少，应用类型局限于同行交流及会议工具，该领域缺乏移动学习功能的网站及 APP。随着介入医学的不断发展，相信相应 APP 也会取得较快发展。另外该领域医生与患者接触更为密切，针对患者群体的医患沟通、患者教育、患者随访 APP 是未来一大发展方向。

4.4 移动学习模式

影像辅助工具也占有较高比例，包括肿瘤分级分期、投照体位、淋巴结分区、药物信息等，用于辅助医生临床工作。APP 提供了影像和报告浏览功能，供临床医生或患者快速获取影像资料及报告，实现即时查阅，提高了效率和患者满意度，有助于改善患者预后^[10]。以案例为基础的学习（Case - based Learning, CBL）是重要的移动学习模式。案例由专家编写，包括临床、影像资料、诊断及鉴别诊断、治疗等信息，结合专家经验和思路，供学习者由浅入深进行学习。利用移动设备 CBL 学习模式已成为一大发展方向，对于提高影像诊断和介入放射专业住院医师的诊断和临床决策水平均有裨益^[11]。移动学习的核心不是互联网、移动设备或 APP，而应该是学习者，学习者不应被动接受知识，而是将电子移动设备、APP 作为媒介主动参与到学习过程中。目前综合采用传统学习和移动学习的模式，选用适合自己的学习模式，对于提高影像读片及临床决策水平会有帮助^[12]。随着科技不断发展，未来一定会有更多新技术（如虚拟现实、人工智能）加入这两个领域，这些科技创新必然会颠覆传统的学习模式，极大促进影像诊断学和介入放射学的学科发展和相关专业医生的能力提高。

4.5 问题与挑战

虽然利用电子移动设备进行移动学习有诸多优势，但仍存在问题和挑战。移动设备尺寸比专业显示器小，需要拖动或放大才能完成浏览。大部分 APP 仅支持单序列图像浏览，难以实现多图并列浏览或图像对比浏览。虽然有研究表明影像医生利用

移动设备进行诊断可以达到与传统影像显示设备相似的结果,但大部分 APP 不用于提供“诊断”服务,而是用于辅助诊断或临床决策支持。使用者利用移动设备读片时,有时周围环境较标准环境差异较大,可能带来误差^[13]。使用移动设备读片时,更易受设备本身(来电、新信息等)的干扰,APP 的操作步骤(拖动、滑动等)有时较繁琐,操作界面设计缺乏规范,这些可对使用者产生干扰、分散精力,带来误差^[14]。影像诊断学和介入放射学 APP 开发者不仅来自医疗机构,个人或非医疗团体开发者占较大比例。这些开发者带来丰富产品的同时,也存在一定挑战和风险。部分应用开发者发布未经审核的医疗信息,必然会对使用者带来困惑。本研究发现大部分 APP 下载量小于 100,其满意度较低,且增加使用者寻找优质移动学习资源的时间成本。患者影像资料的储存和传播过程中的隐私保护也是不容忽视的问题,因此规范 APP 的发布和适度质量监控是有必要的。

5 结语

随着电子移动设备不断优化,移动学习作为新兴的学习模式也在快速发展。本研究介绍影像诊断学和介入放射学领域电子设备和 APP 概况,移动学习 APP 有助于影像诊断学和介入放射学医生开展移动学习,未来还需进一步发展、规范。

参考文献

- 1 Sparacia G, Cannizzaro F, D'alejandro D M, et al. Initial Experiences in Radiology E-learning [J]. Radiographics A Review Publication of the Radiological Society of North America Inc, 2007, 27 (2): 573.
- 2 Chhetri S K. E-learning in Neurology Education: principles, opportunities and challenges in combating neurophobia [J]. Journal of Clinical Neuroscience, 2017, 44 (10): 80-83.
- 3 Sayedalam Z, Alshuaibi A, Almutairi O, et al. Utilization of Smart Phones Related Medical Applications Among Medical Students at King Abdulaziz University, Jeddah: A cross-sectional study [J]. Journal of Infection and Public Health, 2016, 9 (6): 691-697.
- 4 Boruff J T, Storie D. Mobile Devices in Medicine: a survey of how medical students, residents, and faculty use smartphones and other mobile devices to find information [J]. Journal of the Medical Library Association, 2014, 102 (1): 22-30.
- 5 Korbage A C, Bedi H S. Mobile Technology in Radiology Resident Education [J]. Journal of the American College of Radiology, 2012, 9 (6): 426.
- 6 Szekely A, Talanow R, Bagyi P. Smartphones, Tablets and Mobile Applications for Radiology [J]. European Journal of Radiology, 2013, 82 (5): 829-836.
- 7 Park J H, Kim Y K, Kim B, et al. Diagnostic Performance of Smartphone Reading of the Coronary CT Angiography in Patients with Acute Chest Pain at ED [J]. American Journal of Emergency Medicine, 2016, 34 (9): 1794.
- 8 Crescente M L, Lee D. Critical Issues of M-learning: design models, adoption processes, and future trends [J]. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers, 2011, 28 (2): 111-123.
- 9 Korbage A C, Bedi H S. Mobile Technology in Radiology Resident Education [J]. Journal of the American College of Radiology, 2012, 9 (6): 426-429.
- 10 Dickerson E C, Alam H B, Brown R K, et al. In-Person Communication Between Radiologists and Acute Care Surgeons Leads to Significant Alterations in Surgical Decision Making [J]. Journal of the American College of Radiology, 2016, 13 (8): 943-949.
- 11 Patel R, Dennick R. Simulation Based Teaching in Interventional Radiology Training: is it effective? [J]. Clinical Radiology, 2017, 72 (3): 266. e7-e14.
- 12 Salajegheh A, Jahangiri A, Dolan-evans E, et al. A Combination of Traditional Learning and E-learning can be More Effective on Radiological Interpretation Skills in Medical Students: a pre- and post-intervention study [J]. BMC Medical Education, 2016, 16 (1): 46.
- 13 Krupinski E, Roehrig H, Furukawa T. Influence of Film and Monitor Display Luminance on Observer Performance and Visual Search [J]. Academic Radiology, 1999, 6 (7): 411.
- 14 Kansagra A P, Liu K, Yu J-P J. Disruption of Radiologist Workflow [J]. Current Problems in Diagnostic Radiology, 2016, 45 (2): 101-106.