

# 计算机辅助技术在临床医学中的应用与进展

尚 静<sup>1</sup>, 李博阳<sup>2\*</sup>, 徐志昊<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>胜利油田中心医院, 山东 东营

<sup>2</sup>吉林大学, 吉林 长春

<sup>3</sup>青岛大学, 山东 青岛

<sup>4</sup>中国科学院青岛生物能源与过程研究所, 山东 青岛

收稿日期: 2022年2月21日; 录用日期: 2022年3月13日; 发布日期: 2022年3月23日

## 摘 要

计算机辅助技术正在推动着临床医学的变革和创新。在不违背专业医学知识、道德、伦理和法律界限的同时, 计算机辅助技术可以在临床医学领域提供高效的决策支持, 并且进行实践操作。计算机辅助技术是指将计算机当作主要生产工具, 帮助人们完成某些复杂任务的前沿技术。近年来, 它被广泛应用于肿瘤切除仿真、骨骼重建仿真、肿瘤良恶性识别和危重症病人的护理等临床医学领域。本文主要对计算机辅助技术在临床医学中的应用、原理和进展进行全面且细致的综述。

## 关键词

临床医学, 计算机辅助技术, 决策支持

# Applications and Developments of Computer-Aided Technology in Clinical Medicine

Jing Shang<sup>1</sup>, Boyang Li<sup>2\*</sup>, Zhihao Xu<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Shengli Oilfield Central Hospital, Dongying Shandong

<sup>2</sup>Jilin University, Changchun Jilin

<sup>3</sup>Qingdao University, Qingdao Shandong

<sup>4</sup>Qingdao Institute of Bioenergy and Bioprocess Technology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao Shandong

Received: Feb. 21<sup>st</sup>, 2022; accepted: Mar. 13<sup>th</sup>, 2022; published: Mar. 23<sup>rd</sup>, 2022

\*通讯作者。

## Abstract

Advances and developments in computer technology are continuing to foster innovation in the field of clinical medicine. Without violating the boundaries of professional medical knowledge, morality, ethics, and law, computer-aided technology can provide high-performance decision support and practice in the field of clinical medicine. Computer-aided technology refers to theories, methods, and techniques that use computers as a basic tool to assist people in accomplishing certain specific tasks. In recent years, it has been widely used in clinical medicine fields such as tumor resection simulation, bone reconstruction simulation, tumor benign and malignant identification, and care of critically ill patients. This paper mainly provides a comprehensive and detailed review of the applications, principles, and progress of computer-aided technology in clinical medicine.

## Keywords

Clinical Medicine, Computer-Aided Technology, Decision Support

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

通常来讲，人类的大脑能够同时处理三到四个变量。针对患者的多元化临床指标，医护人员需要针对这些指标进行长时间的讨论和分析。计算机可以在短时间内连续收集并且处理成百上千的变量并做出决策。因此，计算机辅助技术能够通过降低成本和提高病人护理质量而从极大程度上改变临床医学的发展轨迹。

针对海量的医疗数据[1]，计算机能够通过数据预处理技术[2]和特征提取技术[3]对海量数据的内在模式、统计域特征进行挖掘和提取，并通过数据库对数据进行管理和操作；针对 B 超图像、CT 图像和 MRI 图像等临床及影像学资料，诸如人工神经网络、深度神经网络[4]和决策树等人工智能技术手段能够发现这些图像中的特征和变化规律并做出决策，为临床专家提供较为精确的辅助诊断报告；针对肿瘤学研究及肿瘤手术，各种人工智能算法能够根据影像资料识别肿瘤的良好性，并通过建模仿真模拟肿瘤的手术切除范围、位置、大小和形状；针对临床上危重症病人的护理，计算机可以收集病人每天产生的诸多临床变量，并将由此产生的数据提供给临床医生和护理人员，以防止重要信息的丢失。

## 2. 计算机辅助技术与临床数据

### 2.1. 临床数据的处理与特征挖掘

医院每天到来的病人会有海量的临床数据。仅凭医护人员对这些数据进行记录和评估是远远不够的。计算机能够帮助医护人员对这些海量临床数据进行预处理并筛选出有用信息。针对特定的患者，计算机能够对该患者逐日产生的临床数据进行统计和跟踪，得出某项指标的最高值、最低值和均值，构建出该患者的身体情况统计域特征，以进行合理用药和选择最佳治疗策略。

## 2.2. 临床数据的管理与共享

在医疗系统中, 医疗信息库[5]的意义重大。计算机数据库[6]能够对临床数据进行归纳、分类、存储和共享, 并通过增加、删除、修改和查找等基本数据库功能实现。医疗信息库系统能够帮助医院和科研机构建立信息化管理机制, 这样能够从一定程度上提高临床诊断效率和决策能力; 建立信息共享数据库能够在全国范围内乃至跨国范围内进行临床资源交流, 针对某些特殊病例, 而不是仅仅局限于某一特定的医院进行治疗。

现阶段, 许多医疗信息库和信息共享数据库已经被建立。美国国立癌症研究所监测、流行病学及结局项目数据库(SEER 数据库)于 1973 年被建立用于收集肿瘤患者的人口学资料、肿瘤部位、形态、诊断分期和治疗方案等。MIMIC 数据库是目前对全球研究者免费开放的最好的院内治疗及监测的真实 ICU 数据库, 它囊括了从 2001 年到 2012 年 53,423 例次的住院病人信息, 包括生命体征、化验检查、治疗用药等临床数据。中国慢病研究数据库旨在探索各种危害国人健康的慢性病的致病机理, 并针对致病原因提出应对这些慢性病的合理策略。中国慢病研究数据库的构建是中国医学科学院与英国牛津大学联合开展的慢性病国际合作项目, 是一项全面、综合、精细化且复杂的工作。这一数据库的构建对临床慢性病的诊断和治疗有着重要意义。

## 3. 计算机辅助临床决策

### 3.1. 糖尿病视网膜病变

计算机辅助诊断(CAD)系统涉及各个阶段, 如眼底图像中病变的检测、分割和分类。传统的机器学习技术已经被引入临床领域进行识别和分类工作。随着深度学习技术的发展, 卷积神经网络等深度神经网络开始在 DR 诊断方面崭露头角。相比于传统的机器学习技术, 深度学习技术能够构建更多的可训练参数以精确地对眼底图像的病变位置及大小进行识别、分割和分类。Maninis 等人[7]通过建模的方式将视网膜血管分割问题表述为一个回归性问题。他们使用预训练后的 VGG 模型进行图像识别, 然后使用 DRIVE 和 STARE 进行评估。Li 等人[8]将血管分割问题抽象为一个多模态数据转换的问题, 并通过深度学习中的监督学习算法进行建模。Li 等人将视网膜图像转换为血管图, 并使用一个由 DAE 组成的深度神经网络来定义以研究视网膜的病变。

### 3.2. 皮肤癌

皮肤癌是世界上确诊患者总数最多的癌症, 占世界确诊癌症患者的 75%。虽然大多数皮肤癌患者都能治愈, 但它的高患病率仍然被人们所关注。活组织病理检查对皮肤恶性肿瘤的分类以及治疗方法选择极其重要。目前已经有足够多的研究论文表明深度学习图像处理算法能够被用于癌症检测。Xu 等人[9]使用机器学习算法讨论了基于植入能力的皮肤癌自动检测以及该过程的不同步骤。他们提出了一种用于早期皮肤癌诊断的全自动化计算机辅助算法。首先, 他们考虑对皮肤图像进行特征降噪, 并采用卷积神经网络对降噪后的皮肤图像进行分割。然后, 他们对分割后的皮肤图像进行特征提取以从分割图像中提取出潜在的语义表示。最后, 他们使用机器学习算法当中的支持向量机(SVM)分类器将处理后的图像分为癌变病例和健康病例这两类。Demir 等人[10]使用人工标注数据集的方式对皮肤图像进行分类, 并将皮肤图像分类为良性病例和恶性病例这两种类别。同时, 他们使用深度残差网络(DRN)探索了早期皮肤癌诊断的有效方法。他们将 ResNet-101 和 Inception-v3 这两个基于多层残差结构的深度学习框架用于皮肤图像分类任务。结果表明, 使用 ResNet-101 算法进行分类的准确率为 84.09%, 使用 Inception-v3 算法进行分类的准确率达到 87.42%。

### 3.3. 胸部 X 光

胸部 X 光作为临床上最常见的检查工具,在疾病诊断中具有重要的价值。因此,基于胸部 X 光的胸部疾病自动检测已成为临床医学领域的研究热点之一。Singh 等人[11]探索了深度学习算法在常规胸 X 光检查(CXR)上检测异常的准确性,并通过连续 X 光片评估结果的稳定性及变化情况。实验结果表明,深度学习算法可以帮助解释 CXR 结果及其对 CXR 随访的稳定性。然而,由于该工作中使用的深度学习算法其对特定发现进行分类的特异性有限,因此不太可能取代放射科医生。Lakhani 等人[12]评估深度卷积神经网络(DCNN)在胸部 X 光片上检测结核病(TB)。使用 DCN 进行深度学习可以在胸部 X 光中准确分类结核病,其准确率高达 0.99。Ho 等人[13]对多个深度预训练模型在通过胸部 X 光检测结核病的泛化能力进行了对比和分析。预训练后的 ResNet152, Inception-ResNet 和 DenseNet121 模型将 X 光图像分类为肺结核和健康人。结果表明,基于深度学习的预训练模型能够从极大程度上提高模型性能。此外,适当的数据增强技术能够进一步提高 DCN 的准确性。DenseNet121 的准确率为 0.95,而 Inception-ResNet 网络和 ResNet121 网络的平均精度分别为 0.91 和 0.77。

## 4. 计算机辅助治疗

### 4.1. 抑郁症

目前,对于抑郁症的治疗,通常包括三部分,分别是心理治疗、药物治疗和物理治疗。药物治疗是治疗抑郁症的最佳方案,然而,所有的精神类药品都需要在医师指导下用药。否则,将会产生十分严重的药物滥用问题。随着计算机辅助技术的不断发展,一些研究人员开始考虑将计算机辅助疗法应用于治疗抑郁症,并在临床上进行实验。临床实践证明,计算机辅助形式的认知行为疗法(CCBT)对于抑郁症的治疗是有一定帮助的,但与标准疗法相比,计算机辅助疗法的成本效益尚未得到很好的确立。Thase 等人[14]评估了 CCBT 方法与标准认知行为疗法(CBT)的成本效益。CCBT 方法通过互联网提供的模块化操作和简化后的与抑郁症患者的接触过程,能够有效地降低治疗成本,且不会对结果产生反作用。Cooney 等人[15]使用 CCBT 对抑郁症的治疗进行了研究。结果表明,抑郁症患者发现使用 CCBT 是一种愉快而新颖的体验,且具有一定的挑战性。CCBT 使患者能够反思和重新建立人际关系,并提高他们对思想、感受及行为的认识。临床实验表明,CCBT 方法是减少抑郁症患者获得精神卫生干预措施的有效方法。

### 4.2. 失语症

失语症是指与语言功能有关的脑组织的病变,在人际交往过程中表现为语言障碍。简单来说,失语症就是指患者在理解和表达能力方面存在缺陷,无法像正常人一样用常规的方法来沟通和交流。在患者病情稳定后的一周内,就应该开始积极进行发音训练,遵循从简单到复杂的规律。然后可以进行文字、物品和实物配对等方面的训练。失语症患者的语言恢复阶段是十分漫长且困难的,患者本人和家属一定要极其耐心。近年来,计算机辅助技术开始在治疗失语症方面崭露头角。Liu 等人[16]通过研究旨在确定改善认知状态的非语言计算机辅助执行控制训练(CAET)是否会影响失语症(PWA)和执行功能障碍患者的语言表现。他们设计了单项盲人随机试验以探索 CAET 的临床效果。研究表明,CAET 与 SLT 相结合可以为 PWA 产生有利的语言结果,尤其是听力理解和 AQ 的改善。Luca 等人[17]研究 BTS-Nirvana 的疗效和长期影响,BTS-Nirvana 是一种康复设备,使用半沉浸式虚拟现实治疗慢性中风后失语症。实验表明,最终的结果支持了先前的发现,即虚拟现实设备可以被认为是一种十分有效的慢性中风后失语症补充治疗方法,以增强受中风后失语症影响的患者的言语能力的功能恢复。

### 4.3. 创伤性脑损伤

创伤性脑损伤(TBI)常会有颅内压增高等症状,可引起恶心、呕吐、头痛,严重的会出现意识障碍、昏迷、和失语等症状,要根据不同患者的具体病情及时、精确地进行治疗。如果是相对比较轻微的脑损伤的话,一般是采取内科的方式进行治疗,比如说止血、补液和改善脑循环;如果是重型的颅脑损伤的话,则需要通过开颅手术的方式进行治疗,一般情况下都需要采取外伤大骨瓣开颅并且去骨瓣减压手术。计算机辅助技术能够从一定程度上推动脑损伤患者地康复过程,并起到积极的作用。Liu 等人[18]将计算机辅助认知功能训练应用于 TBI 的康复训练,以训练患者的二次认知能力。通过计算机辅助技术和康复训练方法的结合,可以形成一套针对创伤性脑损伤患者的康复训练模式。Lucas 等人[19]使用计算机辅助方法将基因表达谱整合到蛋白质相互作用信息中,这一过程能够改善 TBI 中涉及的功能子网的识别。该系统方法可以更好地理解 TBI 后分子反应的潜在复杂性。此外,实验表明,已确定的子网能够对维持轻度 TBI 的患者有重要的预后功能。

### 5. 计算机辅助护理危重症病人

在临床上,危重症病人的护理[20]是一个难度极大的系统化护理过程,护士需要关注病人的各项身体指标,并及时发现问题。护理危重症病人需要注意患者眼口鼻皮肤的护理、及时补充营养及水分、维持患者的排泄功能、保持患者各种导管的通畅、维持肢体的功能、关注患者的各项身体指标数值变化并做好记录和跟踪。随着病人的数量不断增加,医护人员对病人的关注程度会受到人数的限制及影响。计算机辅助技术能够随时关注并检测危重症病人的身体指标,并且能够及时报告。Canbolat 等人[21]进行了一项研究,该研究旨在确定使用计算机辅助血糖监测方案对重症监护护士工作量的影响。实验结果表明,使用计算机辅助方法进行危重症病人血糖随访的平均时间为  $30.5 \pm 8.18$  秒,使用普通方案的平均时间为  $42.7 \pm 10.04$  秒。此外,78.9%的护士对护理危重症病人时使用计算机辅助方法感到满意。Vignato 等人[22]使用计算机辅助定性数据分析软件(CAQDAS)作为定性分析的支持与补充技术,并将其用于临床护理。实践证明,CAQDAS 能够有效地辅助临床护理,它极大程度上减少了护理时间,提升了护理效率。

### 6. 结论及展望

随着计算机辅助技术的发展和医学的进步,二者的结合显得更加重要。它能够为医护人员承担计算、患者信息存储、建模绘图、辅助诊断、辅助治疗和护理等多方面的工作,从一定程度上缩短治疗周期、提高医疗质量及卫生水平。此外,信息化医疗将会是未来临床医学领域的一个趋势,计算机辅助技术能够被更加广泛地投入临床当中,为患者和医护人员做出贡献。

### 致 谢

我们感谢来自胜利油田中心医院的三位匿名审稿人对此稿件提出的建议。此外,我们感谢两位来自英国圣安德鲁斯大学的英语母语者对英文摘要的撰写所提出的建议。

### 参考文献

- [1] 李洪海, 易西南, 郭新, 姜育苗, 李章睿, 虞博闻, 王小丹, 董战玲. 海南大健康建设下农村居民医疗满意度的调研分析[J]. 临床医学进展, 2021, 11(2): 581-584. <https://doi.org/10.12677/ACM.2021.112084>
- [2] Xu, Z., Li, J., Lv, Z., Dong, C. and Fu, L. (2022) A Classification Method for Urban Functional Regions Based on the Transfer Rate of Empty Cars. *IET Intelligent Transport Systems*, **16**, 133-147. <https://doi.org/10.1049/itr2.12134>
- [3] Lv, Z., Li, J., Dong, C., Li, H. and Xu, Z. (2021) Deep Learning in the COVID-19 Epidemic: A Deep Model for Urban Traffic Revitalization Index. *Data & Knowledge Engineering*, **135**, Article ID: 101912. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2021.101912>

- [4] Xu, Z., Li, J., Lv, Z., Wang, Y., Fu, L. and Wang, X. (2021) A Graph Spatial-Temporal Model for Predicting Population Density of Key Areas. *Computers & Electrical Engineering*, **93**, Article ID: 107235. <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2021.107235>
- [5] 宋诗璋, 李汶轩, 杨桂楠, 姜波, 翁博文, 侯四川. 基于生物信息学数据库分析TOP2A在肾透明细胞癌中的表达及临床意义[J]. *临床医学进展*, 2021, 11(10): 4470-4479. <https://doi.org/10.12677/ACM.2021.1110655>
- [6] Lv, Z., Li, J., Dong, C. and Xu, Z. (2021) DeepSTF: A Deep Spatial-Temporal Forecast Model of Taxi Flow. *The Computer Journal*, **1**, bxab178. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxab178>
- [7] Maninis, K.K., Pont-Tuset, J., Arbeláez, P. and Gool, L.V. (2016) Deep Retinal Image Understanding. *International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*, Athens, 17-21 October 2016, 140-148. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-46723-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-46723-8_17)
- [8] Li, Q., Feng, B., Xie, L., Liang, P., Zhang, H. and Wang, T. (2016) A Cross-Modality Learning Approach for Vessel Segmentation in Retinal Images. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, **35**, 109-118. <https://doi.org/10.1109/TMI.2015.2457891>
- [9] Xu, Z., Sheykhahmad, F.R., Ghadimi, N. and Razmjoo, N. (2020) Computer-Aided Diagnosis of Skin Cancer Based on Soft Computing Techniques. *Open Medicine*, **15**, 860-871. <https://doi.org/10.1515/med-2020-0131>
- [10] Demir, A., Yilmaz, F. and Kose, O. (2019) Early Detection of Skin Cancer Using Deep Learning Architectures: Resnet-101 and Inception-v3. *2019 Medical Technologies Congress (TIPTEKNO)*, Izmir, 3-5 October 2019, 1-4. <https://doi.org/10.1109/TIPTEKNO47231.2019.8972045>
- [11] Singh, R., Kalra, M.K., Nitiwarangkul, C., Patti, J.A., Homayounieh, F., Padole, A., Rao, P., Putha, P., Muse, V.V., Sharma, A. and Digumarthy, S.R. (2018) Deep Learning in Chest Radiography: Detection of Findings and Presence of Change. *PLoS ONE*, **13**, e0204155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204155>
- [12] Lakhani, P. and Sundaram, B. (2017) Deep Learning at Chest Radiography: Automated Classification of Pulmonary Tuberculosis by Using Convolutional Neural Networks. *Radiology*, **284**, 574-582. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326>
- [13] Ho, T.K.K., Gwak, J., Prakash, O., Song, J.I. and Park, C.M. (2019) Utilizing Pretrained Deep Learning Models for Automated Pulmonary Tuberculosis Detection Using Chest Radiography. *Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems*, Yogyakarta, 8-11 April 2019, 395-403. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7_34)
- [14] Thase, M.E., McCrone, P., Barrett, M.S., Eells, T.D., Wisniewski, S.R., Balasubramani, G.K., Brown, G.K. and Wright, J.H. (2020) Improving Cost-Effectiveness and Access to Cognitive Behavior Therapy for Depression: Providing Remote-Ready, Computer-Assisted Psychotherapy in Times of Crisis and beyond. *Psychotherapy and Psychosomatics*, **89**, 307-313. <https://doi.org/10.1159/000508143>
- [15] Cooney, P., Jackman, C., Tunney, C., Coyle, D. and O'Reilly, G. (2018) Computer-Assisted Cognitive Behavioural Therapy: The Experiences of Adults Who Have an Intellectual Disability and Anxiety or Depression. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, **31**, 1032-1045. <https://doi.org/10.1111/jar.12459>
- [16] Liu, M., Qian, Q., Wang, W., Chen, L., Wang, L., Zhou, Y., Xu, S., Wu, J., Feng, T., Zhu, Z. and Xiang, J. (2021) Improvement in Language Function in Patients with Aphasia Using Computer-Assisted Executive Function Training: A Controlled Clinical Trial. *PM&R*. <https://doi.org/10.1002/pmri.12679>
- [17] De Luca, R., Russo, M., Naro, A., Tomasello, P., Leonardi, S., Santamaria, F., Desireè, L., Bramanti, A., Silvestri, G., Bramanti, P. and Calabrò, R.S. (2018) Effects of Virtual Reality-Based Training with BTs-Nirvana on Functional Recovery in Stroke Patients: Preliminary Considerations. *International Journal of Neuroscience*, **128**, 791-796. <https://doi.org/10.1080/00207454.2017.1403915>
- [18] Liu, B. and Lu, H. (2021) Research on Computer Assisted Cognitive Rehabilitation for Cognitive Dysfunction after Traumatic Brain Injury. *Journal of Physics: Conference Series*, **1915**, Article ID: 032025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1915/3/032025>
- [19] San Lucas, A., Redell, J., Dash, P. and Liu, Y. (2018) Computer-Assisted Approaches to Identify Functional Gene Networks Involved in Traumatic Brain Injury. In: Srivastava, A. and Cox, C., Eds., *Pre-Clinical and Clinical Methods in Brain Trauma Research*, Humana Press, New York, 349-360. [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8564-7\\_21](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-8564-7_21)
- [20] 陈春秀, 韩秀迪, 刘学东. 入住重症监护病房的肺炎旁胸腔积液病死率的危险因素分析[J]. *临床医学进展*, 2020, 10(6): 953-961. <https://doi.org/10.12677/ACM.2020.106145>
- [21] Canbolat, Ö. and Kapucu, S. (2021) The Effect of Computer-Assisted Glycemic Monitoring Protocol on Workload of Intensive Care Nurses. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, **8**, 293-298.
- [22] Vignato, J., Inman, M., Patsais, M. and Conley, V. (2021) Computer-Assisted Qualitative Data Analysis Software, Phenomenology, and Colaizzi's Method. *Western Journal of Nursing Research*, **1**, 1-7. <https://doi.org/10.1177/01939459211030335>