

Application of Medical Image Registration in Radiotherapy Practice

Lijun Liu

Inner Mongolia Autonomous Region People's Hospital, Hohhot, Inner Mongolia, 010017, China

Abstract

Medical image registration has extremely important application value in radiation therapy practice. It is a key technology used to align and match medical image data of different times or modalities to ensure accurate lesion localization and treatment planning. This paper elaborates on the application of medical image registration in radiation therapy, including dose calculation, location determination, effect evaluation, and plan validation. The paper also emphasizes the important role of medical image registration in improving treatment accuracy, reducing dosage, and reducing side effects. The results indicate that medical image registration plays a crucial role in radiation therapy, providing better services and higher quality for radiation therapy.

Keywords

medical images; radiation therapy; practical application

医学图像配准在放射治疗实践应用

刘利军

内蒙古自治区人民医院, 中国·内蒙古 呼和浩特 010017

摘要

医学图像配准在放射治疗实践中具有极其重要的应用价值, 它是一项关键技术, 用于将不同时间或不同模态的医学影像数据进行对齐和匹配, 以确保准确的病变定位和治疗计划制定。论文详细阐述了医学图像配准在放射治疗中的应用, 包括剂量计算、位置确定、效果评估和计划验证等。论文还强调了医学图像配准在提高治疗精度、减少剂量和降低副作用方面的重要作用。结果表明, 医学图像配准在放射治疗中起着至关重要的作用, 可以为放射治疗提供更好的服务和更高的质量。

关键词

医学图像; 放射治疗; 实践应用

1 引言

医学图像配准在放射治疗实践应用中扮演着至关重要的角色。它是一种高度复杂的计算过程, 旨在将不同时间或不同模态的医学图像进行对齐, 以实现更准确的病灶定位和治疗计划制定。这种配准过程使医生能够精确定位和跟踪肿瘤、器官或其他重要结构的位置, 从而在放射治疗中提高疗效并最大限度地减少周边组织的辐射剂量。在放射治疗领域, 医学图像配准不仅仅是一个技术问题, 它还涉及临床实践的关键方面。它能够改善治疗计划的精度, 减少患者的不适和治疗的不良效应。

2 医学图像配准的概述

医学图像配准是一项将不同成像模式的图像特征融合在一起的过程。其主要目的是找到一种或多种空间变换, 以

使一幅图像的对应点位置与另一幅图像相匹配。医学图像配准在放射治疗中具有重要应用, 可以通过将治疗前的 CBCT 重建图像与 CT 计划图像进行配准, 从而提高肿瘤定位的准确性和治疗效果。医学图像配准的方法主要分为三种: 基于特征的配准、基于模型的配准和深度学习配准。基于特征的配准方法包括像素匹配和变换模型拟合等技术。基于模型的配准方法则利用器官或病变区域的几何形状和灰度分布等信息来进行匹配。深度学习配准则利用神经网络学习图像特征并进行匹配。这些方法各有优劣, 选择合适的方法取决于具体的医学图像配准任务和数据^[1]。通过合理选择和应用这些方法, 可以改善医学影像的精确性和临床应用效果, 有助于提高患者的治疗体验和治療结果。

3 放射治疗的基本原理

放射治疗的基本原理是利用高能射线或粒子束(如 X 射线、 γ 射线、 β 射线、质子、重离子等)对肿瘤细胞进行照射, 这些高能射线能够穿透细胞并破坏肿瘤细胞的 DNA。当这些射线能量达到一定剂量时, 可以导致肿瘤细

【作者简介】刘利军(1968-), 男, 中国内蒙古呼和浩特人, 本科, 从事放射治疗技术研究。

胞的 DNA 发生不可修复的损伤,最终使肿瘤细胞失去无限增值的能力,最后死亡。肿瘤细胞与正常细胞有很大的不同,肿瘤细胞失去了接触抑制,即具有无限增值的能力。在人体细胞膜上面,有一层由糖类与蛋白质组成的糖蛋白,也叫糖被,起到信号传递识别的作用。正常细胞在增殖到一定程度,相互挨着的时候糖蛋白就会识别到,然后停止增殖。而肿瘤细胞失去了这种接触抑制,可以无限地增殖。同时,肿瘤细胞在进行细胞增殖的过程中,需要复制 DNA,而在复制的过程中,肿瘤细胞的 DNA 暴露出来,成为放疗射线的靶目标。因此,肿瘤细胞相对于正常细胞对射线更加敏感,更容易受到射线的破坏和损伤^[2]。随着现代放疗技术的不断发展和进步,放疗治疗已经成为治疗肿瘤的重要手段之一。

4 医学图像配准在放射治疗中的应用

4.1 剂量计算

在放射治疗中,需要精确控制照射到肿瘤和周围正常组织的剂量,以确保既能有效地杀死肿瘤细胞,又能最大程度地保护正常组织。因此,了解肿瘤和正常组织的剂量分布情况对于放射治疗计划的制定至关重要。医学图像配准技术是一种新兴的技术,可以将治疗前和计划时的 CBCT 重建图像与 CT 计划图像进行精确配准,从而可以精确计算出肿瘤和正常组织的剂量分布情况。这种技术的出现,使得医生和治疗计划设计者可以更加准确地评估肿瘤的位置、形状以及大小,并据此制定更为精确的放射治疗方案,提高放射治疗的精度和效果。在剂量计算过程中,需要考虑到许多因素,例如照射野的形状和大小、治疗设备的精度、治疗计划软件的设计等。这些因素都会直接影响到最终剂量分布的准确性。因此,在制定放射治疗计划时,必须对这些因素进行充分的考虑和评估。

4.2 位置确定

在放射治疗中,准确地确定肿瘤的位置和形状对于制定有效的治疗方案至关重要。这是因为肿瘤的位置和形状直接决定了放射治疗的方向、照射野的大小和形状以及照射的剂量。如果肿瘤的位置和形状不能被准确地确定,那么就可能导致治疗方向的偏差、照射野的错误或者过量的照射,从而影响治疗效果,甚至对正常组织造成损伤。医学图像配准技术是一种新兴的技术,可以通过对治疗前和计划时的 CBCT 重建图像与 CT 计划图像进行配准,确定肿瘤的实际位置和形状。这种技术的出现,为准确地确定肿瘤的位置和形状提供了一种有效的解决方案。通过这种技术,医生可以精确地跟踪和定位肿瘤的位置,从而调整放射治疗的方向和照射野,以提高治疗效果并减少对正常组织的损伤。在位置确定过程中,还需要考虑到一些其他的因素。例如,患者的体位、摆位误差、呼吸运动等都会对肿瘤位置的准确性产生影响。为了确保肿瘤位置的准确性,医生和治疗团队需要认真对待每一个步骤,包括对患者的体位进行准确的固定、使

用精确的定位设备、选择适当的治疗技术等。此外,还可以利用图像引导技术、呼吸监测技术等先进的技术手段,以进一步提高肿瘤位置的准确性。

4.3 效果评估

效果评估不仅可以帮助医生评估治疗效果,还可以为患者提供关于治疗过程的更多信息。医学图像配准技术在这一过程中提供了强有力的支持。医学图像配准技术确实可以在治疗前和计划时进行精确的配准,这使得医生能够了解并确定肿瘤的位置、形状以及大小,制定出精确且个性化的放射治疗方案^[1]。然而,这只是医学图像配准技术在放射治疗中应用的一部分。更关键的是,配准技术还可以在治疗后进行,通过将治疗前后的 CBCT 重建图像进行配准,可以评估肿瘤缩小程度、周围组织的损伤情况等重要信息。这种评估的重要性体现在多个方面。首先,它可以及时发现治疗效果不佳的情况。如果肿瘤的大小没有明显变化,或者周围组织出现了过度的损伤,这就可能意味着治疗方案需要进行调整。通过这种及时的反馈,医生可以及时调整治疗方案,确保治疗的效用。

5 医学图像配准在放射治疗中起着至关重要的作用

5.1 提高治疗精度

医学图像配准技术在放射治疗中的首要应用就是提高治疗的精度。放射治疗的精度对于肿瘤的控制和正常组织的保护至关重要。医学图像配准技术通过将治疗前和计划时的 CBCT 重建图像与 CT 计划图像进行精确配准,可以精确确定肿瘤的位置和形状,从而减少误差并提高治疗效果。肿瘤的位置和形状是放射治疗中的关键因素。如果不能准确确定这些信息,就会导致治疗方向和照射野的偏差,从而影响治疗效果甚至引发并发症。例如,如果肿瘤的位置被错误地确定,那么照射野就可能无法完全覆盖肿瘤,导致肿瘤的残留或者复发。如果照射野过大,则会损伤周围的正常组织,引发严重的副作用^[2]。因此,通过医学图像配准技术可以更准确地确定肿瘤的位置和形状,为放射治疗提供可靠的依据,从而更好地指导放射治疗^[3]。在具体的实践中,医学图像配准技术需要结合多种影像学设备和先进的技术手段。例如,CBCT (Cone-Beam Computed Tomography) 重建图像可以提供肿瘤的三维影像,而 CT 计划图像则可以显示肿瘤的位置和形状。通过精确的配准算法,可以将这两种图像进行精确的对齐,从而得到肿瘤的精确位置和形状。

5.2 减少剂量

放射治疗的剂量是决定治疗效果和副作用大小的关键因素。如果剂量过高,会对正常组织造成损伤,引起严重的副作用;如果剂量过低,就无法有效地治疗肿瘤。因此,医学图像配准技术可以通过精确计算肿瘤和正常组织的剂量分布情况,制定更为精确的放射治疗方案,从而减少对正常

组织的损伤和副作用。医学图像配准技术可以通过对治疗前和计划时的 CBCT 重建图像与 CT 计划图像进行精确配准,精确计算出肿瘤和正常组织的剂量分布情况^[3]。这样可以更准确地评估肿瘤的位置、形状以及大小,并据此制定更为精确的放射治疗方案,提高放射治疗的精度和效果。通过精确的剂量计算,可以避免对正常组织的过度照射,从而减少副作用的发生率和严重程度。此外,医学图像配准技术还可以在放射治疗过程中进行实时监控和调整。通过将治疗前后的 CBCT 重建图像进行配准,可以评估肿瘤缩小程度、周围组织的损伤情况等。这样可以及时发现治疗效果不佳的情况,以便及时调整治疗方案,从而更好地为患者提供个性化、精准的治疗服务。

5.3 降低副作用

放射治疗中的副作用是一个常见且复杂的问题,它不仅会影响患者的治疗过程,也会对患者的生存质量产生显著影响。许多副作用是由于放射线不可避免地损伤了部分正常组织所引起的,这种损伤可能导致各种不良反应,如恶心、呕吐、乏力、脱发、皮肤炎症等。这些副作用会给患者带来许多不便和痛苦,同时也可能影响整个放射治疗的效果。医学图像配准技术的出现为降低放射治疗中的副作用提供了一条新的途径。通过精确制定和调整放射治疗方案,医学图像配准技术可以使放射线更好地集中在肿瘤部位,从而减少对正常组织的损伤。此外,医学图像配准技术还可以在放射

治疗过程中进行实时监控和调整,通过对治疗前后的 CBCT 重建图像进行配准,可以评估肿瘤缩小程度、周围组织的损伤情况等关键信息^[4]。这种评估不仅可以指导医生调整放射治疗方案,避免对正常组织的过度照射,从而减少副作用的发生率和严重程度,同时还可以帮助医生更好地了解患者的病情发展,以便及时采取必要的干预措施^[4]。

6 结语

医学图像配准在放射治疗中具有关键作用。它通过提供高精度图像融合,帮助医生精确计算肿瘤位置和剂量,同时评估正常组织分布情况。此外,医学图像配准还用于剂量计算和计划验证,确保治疗的精确性和安全性。通过提高治疗精度,它可以减少不必要的剂量照射,降低对周围正常组织的损伤。总之,医学图像配准技术将在未来放射治疗中发挥越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 刘国才,顾冬冬,刘骁,等.用于肿瘤调强放射治疗影像分析与转换的深度学习方法[J].中国生物医学工程学报,2022,41(2):224-237.
- [2] 吴茜,贾婧,曹瑞芬,等.三维医学图像配准在图像引导放疗中的应用[J].计算机应用,2013,33(9):2675-2678.
- [3] 侯勇,王鹏程,尹勇,等.医学图像形变配准在图像引导放射治疗中的应用[J].中国医学物理学杂志,2011,28(5):2882-2886.
- [4] 于颖,聂生东.医学图像配准技术及其研究进展[J].中国医学物理学杂志,2009,26(6):1485-1489.