

dimethylformamide)细胞死亡及细胞膜损伤更突出^[19]。超声结合 HP、HPD,能有效地抑制肿瘤生长。超声和药物的协同作用依赖于空化,这种作用可局限于某部位,表明治疗中有能力保持目标区周边损伤微小^[20]。

以上所述各种非热现象的应用(如碎石、治癌等)及如何避免其带来的危害,尚有许多问题有待进一步探索。(参考文献:略)

非线性声学效应和医学诊断

冯绍松 王润田 章瑞论(中国科学院东海研究站 上海·200032)

1. 背景 超声医学诊断经最近 20 多年的发展,已经成为医疗诊断的必要手段,特别是最近 10 年来,随着微电子技术的应用,信号处理技术的进步,诊断图像不仅清晰而且分辨率越来越高,为正确诊断提供了可靠的依据,这类诊断仪器的基本原理是根据不同的机体组织有不同的声阻抗,声波在不同的声阻抗界面上发生反射,从而获得机体组织界面的图像。因此如果不同组织的声阻抗相仿时就无法予以区别。例如组织的一部分发生病变的初期,其声阻抗几乎没有变化;毛细血管内血流的检测等都是有待解决的难点。显然解决这类问题单靠提高信噪比,运用信号处理技术等电子技术是难以奏效的,必须寻找新的物理参数。早在 10 多年前人们已发现,有些病变组织和非病变组织的声阻抗虽相近,但其非线性声学参量 B/A 却有着显著的差别,因此十多年来不少学者致力于非线性声学医学诊断仪的研制。由于非线性谐波的产生是随着传播距离而积累的,因此迄今为止所提出的各种非线性声学医学诊断仪的设计思路都是采用透射方式,而透射方式的困难在于无法克服不能透射的情况,于是便提出在考虑非线性效应的条件下能否采用反射方式,从理论上分析回答是肯定的。

2 理论预估 按照大振幅平面声波的传播理论,在逐级近似的条件下,二次谐波在界面上当界面两侧介质的非线性声学参量有差异时会引起二阶谐波的反射,因此从理论上讲,只要界面两侧的非线性声学参量不同便会引起反射,从而就可显示出界面,这一结果可望成为应用非线性声学效应进行医学诊断的物理依据。

3 超声造影剂的非线性声学效应 超声造影剂尽管已有 30 余年的研究历史,但尚未具有明显的临床意义,原来用于心脏病变检测的优异性随着彩色显示超声图像的技术进展而消失,但是目前对于毛细血管中慢速血流的测量还无法进行。鉴于超声造影剂是一种含气泡的液体,而含气泡液体是一种非线性声学参量十分大的介质,因此十分有利于应用非线性声学效应来检测毛细血管内的血流,近年来所谓谐波图像的应用便是例证,研究表明在含气泡液体中不仅有较强的二次谐波产生而且还有十分明显的三次谐波产生。应用这些现象将会给医学诊断带来新的检测手段。

4 展望 研制应用非线性声学效应采取反射方式工作的医学诊断系统在理论上是可行的,但在技术实现上尚存在不少难以予见的困难,必须从物理模型的选择和实验数据的采集上作进一步研究。

超声造影剂的强非线性声学特性

王润田 冯绍松 章瑞论 (中国科学院东海研究站 上海·200032)

含气泡的水具有非常强的非线性声学特性。而超声造影剂则能在流体介质比如血液中产生大量的悬浮气泡。这种气泡在时域是非稳态的。它在强的超声波的驱动下会产生振动,当驱动的频率和强度适当时,会形成共振,从而表现出非常强的非线性。这种自由气泡的共振又会产生声波,从而使声场表现为非线性。本文从理论上分析了这种介质的非线性声学特性,并将超声造影剂注入水中,使其产生相当数量的悬浮自由气泡,以造成这样一种含气泡的流体介质的声学环境,进行超声驱动。从所含气泡的粒度、数量以及声场的非线性特性等方面进行了分析对比,结果表明理论和实验结果基本一致。