

11. 膵がんに対するHIFU治療の最新動向と今後の展望

特集
US Today 2023
超音波検査・
診断最前線
腹部領域の最新動向
を中心に

祖父尼 淳 東京医科大学臨床医学系消化器内科学分野

膵がんは近年増加しているがんの一つであり、本邦におけるがんの死因¹⁾において、全体で4位、男性で5位、女性で4位となっている。また、年別罹患者数では、2022年は4万人を超え、本邦は欧州とともに増加している。さらに、罹患者数と死亡者数がほぼ同等で、膵がん全体の5年生存率が8.5%程度と、固形がんの中でも最も予後不良の一つとされている²⁾。

これまでさまざまな診断法を駆使し、早期診断に努めているものの、切除不能膵がんがまだ60～70%前後を占めているのが現状である²⁾。さらに、切除不能膵がんに対しては、原則的に化学療法あるいは化学放射線療法が行われているが、生存期間(MST)で7.8か月と満足しうる成績が得られているとは言えない²⁾。近年、膵がんに対する新たな化学療法レジメンが登場してきてはいるが、予後不良な膵がんに対して新規治療法の開発が望まれている。その中で注目されているのが、基本的には化学療法との併用療法となる強力集束超音波(high intensity focused ultrasound: HIFU)治療である。HIFU治療は放射線被ばくがなく、針や麻酔なども必要としない低侵襲治療である。

HIFUについて

1. HIFUの歴史

HIFUの歴史は古く、潜水艦のソナーを作るため、水晶の圧電特性を用いた超音波トランスデューサの開発を開始したことが始まりとされている。その後、1950年代に、FrancisとWilliamのFry兄弟が超音波を医療に応用する試みを行っている。当時は、まだ超音波治療器の開発、事業化には消極的であり、期待したほどの広がりは見られなかった。その後、1980年代の終わりにフランス国立医学研究所とリヨンの病院、EDAP Technomed社が「組織に対するHIFUの相互作用に関する研究プログラム」を開始し、悪性腫瘍を治療するための装置(「Ablatherm HIFU」のプロトタイプ機器)が開発された。臨床的に実用化されたのは1990年代になってからであり、フランスをはじめとしてイスラエル、中国、米国などでHIFU治療装置が開発され、さまざまな固形腫瘍に対してHIFU治療が施行されてきた。欧州を中心に、前立腺肥大、子宮筋腫、子宮腺筋症、転移性・原発性骨腫瘍、変形性関節症、本態性振戦、パーキンソン病、神経障害性疼痛、前立腺がんが薬事承認されており、日本でも前立腺肥大、本態性振戦、パーキンソン病において保険承認されている。さらに、臨床研究では、膵がん、肝がん、乳がん、前立腺がん、腎がんなどの実質臓器腫瘍での

治療が行われている。

2. HIFUの原理

超音波は診断機器として用いられることが多いが、それを治療に応用したものがHIFU治療である。HIFU治療は、超音波発信素子を多数取り付け付けた発信源(トランスデューサ)から超音波を腫瘍の目的部位の一点に集束させ、体外から組織の焼灼を行う治療法である^{3)~5)}。焦点領域のみを加熱し、熱エネルギーおよび非熱的エネルギー(主にキャビテーション)の作用により組織を凝固壊死させ、焦点領域以外の介在組織にはほとんど影響を与えないという画期的な治療法である。具体的には、半円形のトランスデューサの内側にある多数の発信源から超音波を放射し、その振動エネルギーが曲率中心である焦点領域に集束する(図1)。それによって、組織の吸収係数に応じて80.0～98.6℃に熱変換される。焦点領域の組織温度は短時間(一般的には1秒以内)で高温に達するが、7, 8mm離れた部位では50℃まで低下するため、焦点領域以外の正常組織や介在組織にはほとんど影響を与えないというものである。

3. HIFU治療装置

HIFU治療装置は体外照射と経直腸照射の2つに分けられ、経直腸照射の装置は主に前立腺の治療に使用される。体外照射の装置には、MRIガイド下と超音波ガイド下のものがある。MRIガイド下の装置では、子宮や乳腺の治療が