

## Real time CT/UH képfúzió az ablációs kezelések során

Prof. Luigi Solbiati, Busti Arsizio-i Kórház, Olaszország  
Képpalkotó Diagnosztikai és Radioterápiás Intézet

*A képpalkotó diagnosztika technikai újdonságai, általában egy-két, esetenként az ár teljesítmény aránytól függően, akár évekkel is megelőzhetik hazai alkalmazásukat. A nyugati országokban az orvostechikai eszközök elévülése általában gyorsabb mind hazánkban (az ide vezető társadalmi és finanszírozási okokat nem kívánom taglalni), ezért átlagosan rövidebb időközönként újítják meg orvostechikai gépparkjukat. A legújabb technikák az esetek többségében, a vezető nyugati radiológiai intézetekben még a piaci megjelenésük előtt megtalálhatók. Ezért ha valóban lépést kívánunk tartani a legújabb technikákkal és azok korai klinikai tapasztalatai alapján értékelni is szeretnénk őket, teret kell adnunk külföldi képpalkotó szakembereknek. Magyarországon megjelenő, szakmai lapként a törekvésünk természetesen az, hogy magyar nyelven szóljunk olvasóinkhoz. Ezért fontosnak tartom, hogy néhány új technikával foglalkozó, vagy áttörő szakmai újdonságot tartalmazó cikk szerzőjének művét a lap hasábjain magyarrá fordítva megjelentessünk. Az igazi áttörés azonban akkor várható, ha a magyar mellett az angol nyelv is a rutinszerűen alkalmazható lesz a napi gyakorlati életben, lehetővé téve az első kézből származó információ közlést. A lap szakmai sokszínűsége miatt azonban a szaknyelvi specialitások az angol nyelvben járatos szakember tudását is próbára tehetik. Ezért néhány külföldi kolléga általunk érdekesnek tartott írását megjelentetjük lapunk hasábjain bízva abban, hogy felkelti az Önök érdeklődését is.*

Dr. Battyány István, rovatvezető

**Az elmúlt 10 évben a képpalkotók által vezérelt ablációs technikák egyre nagyobb mértékben terjedtek el a daganatterápiában, a minimális invazivitásuknak, eredményességüknek, ismételhetőségüknek és alacsony bekerülési költségüknek köszönhetően. A radiofrekvenciás abláció ezek közül a legfontosabb, mely csaknem kiváltotta az alkoholos abláció szerepét a májdaganatok kezelésében és sikeresen alkalmazzák már más szervek, így a vese, mellékvese, tüdő kezelése esetén is.**

A képpalkotó technika szerepe rendkívül fontos az ablációk során, nemcsak a kezelés tervezésekor, hanem az intraoperatív monitorozás és a beavatkozás sikerének megítélésékor is. A mozgó szervek (pl. a hasi szervek többsége) kezelésekor jelenleg az ultrahang az egyetlen olyan választható képpalkotó módszer, amellyel az ablációs tű bevezetése, a kezelés során a tű pozíciója jól követhető, a terápia hatékonysága és az esetleges komplikációk azonnal felismerhetők. Tudjuk azonban, hogy az ultrahang kissé rosszabb térbeli felbontóképességgel rendelkezik, mint a mai modern CT és MR berendezések és bizonyos anatómiai korlátai is vannak (pl.: csontok, levegő, gázosság), melyek a CT/MR esetében nem állnak fenn.

### KOMBINÁCIÓS TECHNIKA

A fentiek miatt egyre nagyobb az igény olyan technika megteremtésére, mely egyesíti az ultrahang (valós idejű) és a CT/MR (nagy térbeli felbontóképesség, anatómiai korlátok nélkül) előnyeit. Két képpalkotó módszer egyesítésére egy képfúziós rendszeren keresztül hosszú ideig a PET-CT volt az egyedülálló megoldás.

A két előny kiaknázása céljából gyakorlatunkban egy új CT/UH képfúziós rendszert használunk (Virtual Navigator, ESAOTE), melyet egy ultrahang készülék és egy navigációs szoftver alkot. Egy elektromágneses rendszerben – melyben egy mágneset kell a beteg feje mellett elhelyezni és a transzduceren egy kis jeladó van – érhető el a térben a transzducer pozíciójának és mozgásának pontos ismerete (több, mint 100 mérés/másodperc), mellyel a CT és UH képek pontos megfeleltetése valósítható meg.

A módszer segítségével egy képernyőn láthatjuk egymás mellett a valós idejű ultrahang és a korábban készített CT/MR képet, melyek térben egymással tökéletesen korrelálnak, így könnyen azonosíthatjuk az ultrahangon látottakat a két kép információi alapján.

### A MÓDSZER ELŐNYEI

A Virtual Navigator segítségével lehetőség nyílik az elektróda pontos pozícionálására azon daganatok esetén is, melyek részben vagy egyáltalán nem azonosíthatók ultrahanggal, viszont e módszer alkalmazásával valós időben vizsgálhatók a CT képeken. A technika fejlődésével lehetőség nyílik arra is, hogy egy második mágneses jeladó segítségével az elektróda térbeli pozícióját is pontosan meghatározza a rendszer és az a CT képeken virtuálisan megjelenjen. Így a terápiás beavatkozás még pontosabban kontrollálhatóvá válik.

A radiofrekvenciás kezelés során a melegítés hatására a daganatos szövetben gázképződés jön létre, mely az ultrahang képen hyperreflexiót okoz, rontva a kérdéses terület megítélését. Ezt elkerülni a CT kép ultrahang képre vetítésével lehet, így a kezelés közben is jól látható az

eredeti daganatos térfogat, megítélhető a kezelt terület kiterjedése.

Ezen új rendszer, melynek klinikai fejlesztésében munkacsoportunk is részt vett számos előnnyel rendelkezik: alacsony költségű, gyors, nagymértékben automatizált, egyszerűen használható rendszer, mely egy ultrahang készülékbe ágyazva valós idejű képfúziót biztosít. A modern ultrahang készülékek egyéb előnyeivel is bír, így például különleges képessége az ultrahangos kontrasztanyagok alkalmazásának lehetősége a virtuális navigáció közben, mellyel a terápia során pontosan feltérképezhető a kezelés előtti eredeti és a kezelés során elhalt terület mérete, így – amennyiben szükséges – a terápia azonnal kiterjeszhető a kívánt területre.

A Virtual Navigator tesztelése során olyan daganatok kezelését végeztük, melyek kis méretük vagy az anatómiai szituáció folytán csak részlegesen vagy egyáltalán nem voltak látótérbe hozhatók egyszerű ultrahang segítségével. Ezáltal teljes abláció a nehezebb esetek több, mint 90%-ában volt elérhető, kivéve a nagy, az anatómiai elhelyezkedés miatt csak részlegesen látható daganatok esetén, ahol arány 83% volt. Ezen eltérés azonban részben a nagy daganatok radiofrekvenciás kezelésének egyéb korlátaiból is adódik.

A vizsgálataink fontos eleme, hogy major komplikáció nem lépett fel egyetlen esetben sem, amely köszönhető annak, hogy ezzel a technikával az egyébként nehezen látható daganatok kezelése során is biztonságos abláció végezhető.

## KÖVETKEZTETÉS

Az elért eredmények alapján levonható az a következtetés, hogy ez az új módszer, mely kombinálja az ultrahang és a CT/MR előnyeit, valós idejű vizsgálat során rendkívül hasznos vezérlési mód azon esetekben, amikor a kezelni kívánt képlet csak részben, vagy egyáltalán nem látható ultrahanggal, ha a célterület érzékeny anatómiai képletek közelében van, vagy ha ugyanazon célterület többszöri kezelése történik egy ülésben.

Az új technológiai fejlesztések, melyek részben már ismertek (második mágnes alkalmazásával az ablációs tű virtuális megjelenítése a betegről korábban készített CT/MR képeken), részben a jövőben várhatók (3D valós idejű ultrahang és CT rekonstrukciók ötvözése) az eredmények további javulását eredményezhetik.

## Radiology

### **Realtime CT/US image fusion during ablative treatments**

#### *US/CT image fusion: case study*

**Radiofrequency thermal ablation is the most commonly used in the treatment of neoplastic diseases. Luigi Solbiati discusses ultrasound combining CT and MR in realtime yielding better results.**

In the last 10 years, image-guided ablative methods have become ever more widespread in the therapy of neoplastic diseases thanks to their low invasiveness, efficacy, repeatability and low cost. Radiofrequency thermal ablation is today the most important of these, having mainly replaced ethanol injection in liver neoplasms and been successfully applied in other organs such as the kidneys, adrenal glands and lungs.

Imaging technique is extremely important when using ablative therapies, not only in the initial treatment planning phase, but above all for intraoperative monitoring and evaluation of the results. Ultrasound is currently the method of choice for the ablative therapy of moving organs (eg, the abdominal organs) as it is the only technique able to guide electrode introduction, follow its progress to the target, mo-

nitior the treatment's execution and highlight any immediate complications in realtime. However, ultrasound has an inferior spatial resolution compared to modern CT and MR equipment, and also has anatomical limitations (eg, air and bone) that do not exist for CT and MR.

## COMBINING METHODS

There is therefore a growing need for guidance methods that possess the advantages of both ultrasound (realtime) and CT and MR (excellent spatial resolution and no anatomical limitations). The solution to this problem is the combination of two methods spatially aligned through an image fusion system whose longstanding progenitor, in a non-surgical context, is CT/PET.

We currently use a new US/CT image fusion system, Virtual Navigator (Esaote), that consists of an ultrasound scanner and a dedicated navigation software. An electromagnetic system, with a magnetic field transmitter placed

near the patient and a small receiver applied to the ultrasound probe, enables the radiologist to track the position and orientation of the probe in the space with respect to the transmitter (counting more than 100 measurements/second), in order to select the exact corresponding CT image with features and dimensions equal to the ultrasound image.

In this way we have, on the same screen of the ultrasound unit, two side by side pictures (ultrasound in realtime and CT/MR recorded) that are perfectly spatially correlated, enabling easier identification of the structures visible on the ultrasound through the information provided by the CT scans.

### WORKFLOW ADVANTAGES

The Virtual Navigator enables electrode insertion and advance towards the target to be monitored in realtime. Tumours that are partially or completely invisible with ultrasound are monitored with realtime CT images, getting the biopsy line on the CT and ultrasound images to coincide with the tumour to be treated. Recently, further technological advancement has occurred where a second magnetic field detector, directly attached to the shaft of the needle electrode, enables the “virtual needle” to be displayed on the CT scan in realtime. This means the treatment phases can be more accurately controlled.

During radiofrequency ablation, the gas developing from the heating of the cancerous tissue leads to high intensity echoes within the treated tumour on the ultrasound image. For this reason, the (pre-treatment) CT image is always superimposed digitally over the ultrasound image to verify if the hyper-intense treatment area visible on the ultrasound image had the same size and shape as the target neoplasm.

This innovative system, refined and used clinically by our group, has considerable benefits, as a low-cost (ie, it consists essentially of a software programme), fast (ie, highly automated), simple and realtime image fusion technique integrated in the ultrasound unit. It also benefits from the fea-

tures of modern ultrasound, especially the ability to use contrast agents during virtual navigation for precise visualisation of the necrotic area obtained during the treatment session and thus to enlarge this area – during the same session if necessary – to extend it to the pre-treatment size of the neoplastic target.

This virtual navigation system was tested under limiting conditions, as all the tumours included were only partially or completely invisible to ultrasound, due to their small size or anatomical location. Despite this, complete ablation was achieved in over 90% of difficult cases, except for the group of large tumours partially obscured to ultrasound due to their anatomical location, where a complete result was obtained in 83% of cases. Undoubtedly, this difference is also partly due to the intrinsic limits of radiofrequency thermal ablation in the treatment of large neoplasms.

The absence of major complications in our study is also an important element, as treatment of difficult or poorly visible tumours can lead to a greater number of complications than seen with ablations performed under completely safe conditions.

### CONCLUSION

From the results achieved, it can be concluded that this new technology, which combines the benefits of ultrasound and CT/MRI in realtime, is extremely useful for all complex echo-guided treatments where lesions are invisible or only partially visible to ultrasound, when the target is close to delicate anatomical structures or when multiple treatments of the same target are required in a single treatment session.

Further technological advancements, some already undergoing trial (eg, the application of a second magnetic field detector directly to the shaft of the needle electrode, enabling realtime display of the “virtual needle” on the CT scans taken before treatment), and others still undergoing study (eg, 3D realtime ultrasound and CT display) will soon enable further improvements in results.

### A SZERZŐ BEMUTATÁSA



**Prof. Luigi Solbiati** az olaszországi Busti Arsizio-i kórház Képkalkotó Diagnosztikai és Radioterápiás Intézetének vezetője. Az Olasz Radiológus Társaság Ultrahang szekciójának elnöke. Az elmúlt évtizedekben az ultrahang diag-

nosztika fejlesztéséért munkálkodott, valamint megteremtette intézetében az intervenciós radiológia alapjait. Különösen a daganatterápiák, az utóbbi években a radiofrekvenciás ablatio területén munkálkodott. A világ szinte minden jelentős radiológiai kongresszusán előad. Számos cikk, könyvfejezet fűződik nevéhez.