

# A bronchológia és a képalkotó eljárások

Strausz János

Országos Korányi Tbc és Pulmonológiai Intézet, Budapest

A bronchoscopos képalkotás és diagnosztika szorosan összefügg a radiológiai és patológiai módszerekkel. A CT-vizsgálatokkal csaknem élethű endobronchiális struktúra ábrázolható, az autofluoreszcens bronchoszkópiával (a hagyományos vizsgálatokkal nem látható) korai, rákmegelőző állapotok ismerhetők fel. Hagyományos röntgen-képerősítővel és endoszkópos ultrahangvizsgálatokkal extra-bronchiális területek vizsgálhatók és jelölhetők ki anyagvételre. Az elektromágnetikus navigáció bronchoszkópos alkalmazásával pedig a CT-felvételekhez kapcsolt (és hitelesített) bronchoszkópos kép nagy pontosságú navigációs lehetőséget nyújt. Az invazív és a non-invazív képalkotás együttes alkalmazása a bronchoszkópos vizsgálatok új lehetőségei, melyek már a rutin klinikai alkalmazás részei. *Magyar Onkológia 50:121-125, 2006*

Bronchoscopic imaging and diagnostics are tightly connected with radiological and pathological techniques. While computer tomography (virtual bronchoscopy) makes possible to mimic a realistic endobronchial situation, autofluorescent bronchoscopy holds significant potential to discover precancerous lesions not identifiable by standard bronchoscopy. Endoscopic ultrasound and fluoroscopy can be applied in order to obtain images and tissue samples from the extrabronchial areas. Electromagnetic navigation during flexible bronchoscopy, a novel technology that facilitates approaching peripheral lung lesions, involves creating an electromagnetic field around the thorax and localizing an endoscopic tool using a microsensor overlaid upon previously acquired CT images. In conclusion, parallel use of invasive and non-invasive imaging has the potential for considerable improvements in the diagnostic possibilities of routine bronchoscopic procedures. *Strausz J. Imaging technics in bronchology. Hungarian Oncology 50:121-125, 2006*



*Az egyetemi tanulmányaim befejezése után kerültem a Semmelweis Egyetem I. Patológiai és Kísérleti Rákkutató Intézetébe. Hamarosan bekerültem a „professzori munkacsoportba”, ahol a máj elektronmikroszkópos vizsgálatával kezdtem foglalkozni. A fényképezéshez való vonzalmam következménye is lehetett, hogy a Lapis professzor úr irodájában felállított Opton® fotómikroszkópot – Professzor úr mellett – csak én kezelhettem. A képalkotáshoz való viszonyom a klinikai munkám során is megmaradt, és a patológiai szemléleten keresztül a diagnosztikus munkámat mindmáig nagymértékben segítette. A patológiai „látásmódot” és gondolkodásért, illetve annak elsajátításáért hálával és köszönettel tartozom.*

A szövetek szabad szemmel nem látható szerkezetének vizsgálata a mikroszkóp 1680-ban történő felfedezésével kezdődött. A röntgensugár felfe-

dezése és az első bronchoszkópos beavatkozás elvégzése között mindössze két év telt el (1895, illetve 1897). A szöveti struktúrák tanulmányozása, a hörgők endoszkópos vizsgálata és a képalkotó eljárások közötti kapcsolat hosszú időre tekint vissza, a három eljárás pedig a napi klinikai gyakorlatban is szinte elválaszthatatlanná vált.

A bronchoszkópos vizsgálat a hörgők belfelületének megtekintése, illetve a környező szervekhez való viszonyának (mozgásának) vizsgálata. A mintavétel történhet a bronchoszkóppal közvetlenül látható elváltozásokból, illetve közvetve, valamelyik képalkotó eljárás segítségével. E szempontból teljesen mindegy, hogy a vizsgáló eszköz hajlékony vagy merev, illetve a képet analóg (optikai) úton látjuk, vagy pedig digitalizált képet nézünk. A tervezhető bronchoszkópos vizsgálatot az esetek túlnyomó többségében a mellkas röntgenvizsgálata előzi meg, mely szükségszerűen kijelöli a kóros elváltozás helyét. Ennek differenciáldiagnosztikus jelentősége lehet akkor (is), ha a mellkasröntgen-felvételen a kóros elváltozás nem látható (ismeretlen eredetű

Közlésre érkezett: 2006. május 19.  
Elfogadva: 2006. május 24.

Levelezési cím: Dr. Strausz János,  
Országos Korányi Tbc és Pulmonológiai Intézet,  
1529 Budapest, Pihenő u. 1., E-mail: strausz@koranyi.hu

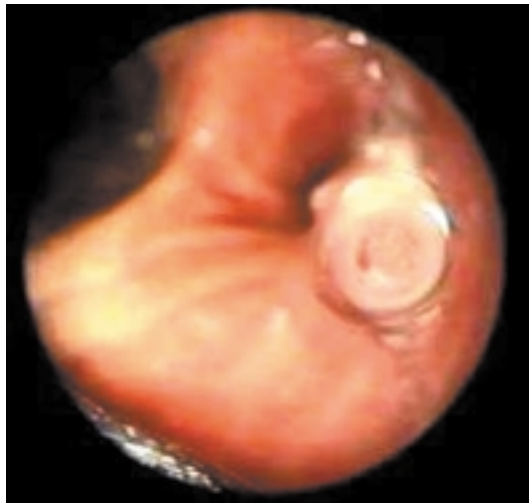
köhögés, vércöpés, aszimmetrikus hallgatózási lelet stb. esetén).

A felnőttkori bronchoszkópiák túlnyomó többsége rosszindulatú folyamatok megerősítése vagy kizárása miatt történik. A beavatkozások időpontja tervezhető, ritka a diagnosztikus sürgősségi vizsgálat. A tüdőben elhelyezkedő elváltozások pontos lokalizációja feltétele az intervenciónak. Ez rutinszerűen a mellkas hagyományos röntgen- és CT-vizsgálatának meglétét feltételezi. Az előbbi képalkotás az elemi tájékozódás eszkö-

1. ábra. Jobb oldali centrális tüdő tumor CT-felvételén



2. ábra. A fenti daganat bronchoszkópos képe



3. ábra. A malignus folyamat virtuális bronchoszkópos felvétele



ze, a CT-felvételeken pedig nem csak az elsődleges elváltozás pontos elhelyezkedése és a környező szervekhez való viszonya látható, hanem a különböző régiókban elhelyezkedő nyirokcsomók is anyagvételi célpontként kijelölhetők. A képerősítő alatti „célzás” és anyagvétel is az endoszkópia és a képalkotás közös, klinikai rutin kapcsolata, melyhez szorosan kötődik a patológiai képértékelése.

### A bronchoszkópos- és a CT-képalkotás „fúziója”, a virtuális bronchoszkópia

Az 1990-es években jelentek meg a virtuális endoszkópiáról szóló első közlemények, és 1993-ban írtak először virtuális bronchoszkópiáról. A háromdimenziós spirál-komputertomográfia (3D CT) adatainak felhasználásával a számítógép virtuális endoszkópos képet hoz létre. A tárolt adatok előhívhatók, módosíthatók, rekonstruálhatók. Információt kapunk a légúti szűkület mögötti területről, és ábrázolni lehet a légutak melletti nyirok- és érkepleteket, megkönnyítve ezzel a biopsziás eljárásokat.

A virtuális bronchoszkópia a trachea és főhörgő szűkületeiről részletes információt nyújt (1-3. ábra). A spirál-CT adatainak felhasználásával a digitális 3D modell létrehozása a CT-vizsgálat után történik. „Surface rendering” technikával a kapott modell a légutakban lévő levegő és a légutak belső felszínének határfelületét jeleníti meg, míg „volume rendering” módszerrel a különböző denzitástományokhoz eltérő opacitást rendelve a légutakat körülvevő szövetek átlátszóvá tehetők. A modell a későbbiekben a bronchoszkópos beavatkozások alatt mintegy térképként, útmutatóként használható. A bronchológus a beavatkozás előtt egyszerre láthatja a légutak belsejét és a körülöttük levő tumort, nyirokcsomót, ereket. E módszerrel a transzbronchiális biopsziák biztonságossága és találati aránya kifejezetten javítható.

A virtuális bronchoszkópia betekintési iránya tetszés szerint változtatható. A bronchoszkóppal vizsgáló csak cranio-caudalis irányban tud mozogni, míg a virtuális bronchoszkópia visszafelé is tud tekinteni. Így a stenosisok megítélésében egyedülálló információt adhat: a szűkület pontos helye, hossza, mértéke és a szűkület mögötti terület megítélhető, és valamennyi paraméter pontosan megmérhető.

A transzbronchiális biopsziák találati arányát a virtuális bronchoszkópia kifejezetten növeli. A tüdődaganatok stádiumbeosztása, a műthetőség feltételei pontosabbá válnak, mert a légutak, a tumor nyirokcsomókkal és érkepletekkel való összefüggése is jobban megítélhető. A nyelődaganatok kezelésének megtervezésekor mindig eldöntendő a daganat és a légsző viszonya. Előzetes vizsgálati adatok szerint ezt a kérdést a virtuális bronchoszkópia megbízhatóan tisztázza. A virtuális bronchoszkópia alkalmas a tüdőreszekciós műtétek kontroll vizsgálatokra, követésre, különös tekintettel a hörgőcsonkok és anastomosisok állapotára (4).

A virtuális bronchoszkópia felbontása jelenleg még elmarad a BF felbontása mögött. A CT-vizsgálatot követően készül a képfeldolgozás, így csak a már meglévő adatok állnak rendelkezésre. A virtuális bronchoszkópia a nyálkahártya megítélésére jelenleg még nem használható, nem ad információt sem a színről, sem az erezettségéről.

### Autofluoreszcens bronchoszkópia

A hagyományos fehér fényes bronchoszkópos vizsgálat során nehéz felfedezni a korai stádiumú, centrális elhelyezkedésű, elsősorban planocelluláris carcinomához vezető elváltozásokat. A szöveti fluoreszcencia egy olyan sajátosság, melynek segítségével a normális és daganatos, vagy preneoplasztikus területek elkülöníthetők. Az indukált fluoreszcens vizsgálatnál (xenofluoreszcencia) fotoszenzitiváló anyagot alkalmaznak, mely akumulálódik a daganatsejtekben és excitációs fényvel megvilágítva azokat láthatóvá (fluoreszkálóvá) teszi. Fotoszenzitiváló anyagként hematoporfirin-derivátumokat, illetve 5-aminolevulinsavat használnak.

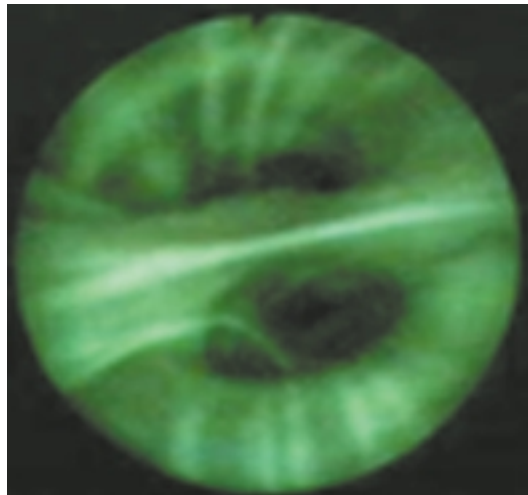
A fluoreszcencia elvét már korábban igyekeztek felhasználni a rosszindulatú tüdőelváltozások kimutatására, például a hematoporfirin, illetve származékainak, vagy a belélegzett 5-aminolevulinsav neoplasztikus szövetekhez való affinitása révén. Lényege, hogy a bronchusnyálkahártyát monokromatikus fénynyalábbal világítják meg. A fény egy része visszaverődik, más része szóródik, vagy elnyelődik a szövetekben (a hagyományos bronchoszkópia ezeket a tulajdonságokat használja fel), egy frakciója azonban szöveti fluoreszcenciát indukál, ami megfelelő módszer segítségével detektálható. A vizsgálatok igazolták, hogy az ép szövetek autofluoreszcenciája különbözik a pre-malignus és malignus területekétől, így a vizsgálóra lehetővé válik ezek elkülönítése (4-5. ábra). Csaknem tízszeres autofluoreszcencia-csökkenés észlelhető in situ carcinoma, dysplasia esetén. A csökkent autofluoreszcencia a hámszövet megvastagodásával, tumorhyperaemiával (a hemoglobin abszorbeálja a kék fényt), és csökkent fluorophore/fluorochrome (elasztin, kollagén, porfirin, flavinok) koncentrációval magyarázható.

A normális hörgőnyálkahártya zöld, a kóros szövet csökkent fluoreszcenciája miatt a hosszabb hullámhosszú vörösés-barnás színben tűnik fel. Egyik oka lehet az extracelluláris matrix, illetve a benne elhelyezkedő ún. fluorophor molekulák (triptofán, NADH, FADH<sub>2</sub>, flavinok) mennyiségének csökkenése, a tumorsejtek módosult metabolikus aktivitása, az epithelium megvastagodása, a szöveti vaszkularizáltság megváltozása.

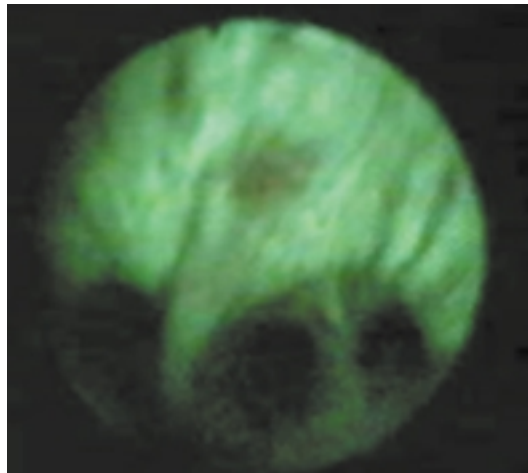
Az elmúlt évek során több vizsgálat is igazolta, hogy a hagyományos és az autofluoreszcens bronchoszkópia együttes alkalmazása során szignifikánsan több dysplasia, illetve carcinoma in situ kerül diagnosztizálásra (1, 3).

### Bronchoszkópos ultrahangvizsgálat

Az endoszkópos ultrahangvizsgálatot napjainkban szinte valamennyi üreges szerv diagnosztikájában



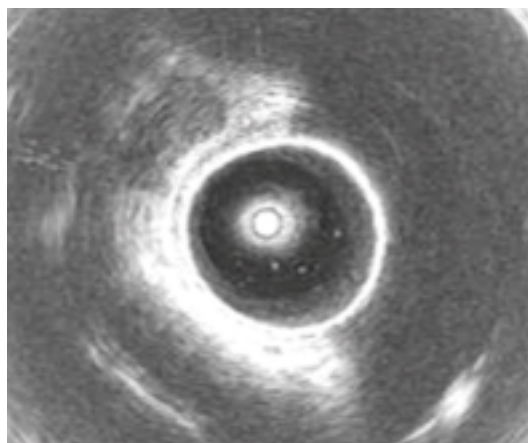
4. ábra. Autofluoreszcens bronchoszkópos felvételen a hörgő normális nyálkahártyája látható.



5. ábra. Autofluoreszcens bronchoszkópos felvételen a sötétbarna, körülírt terület kóros elváltozásra utal (a biopszia eredménye súlyos dysplasia).



6. ábra. PA mellkasfelvételen mindkét oldalon a hilus kiszélesedett.



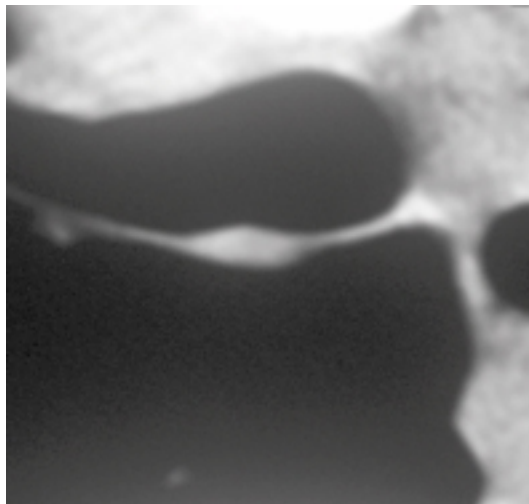
7. ábra. Bronchoszkópos ultrahangvizsgálat során 11 óra irányában a megnagyobbodott nyirokcsomó képe azonosítható.

felhasználják, leggyakrabban talán a gasztroenterológiában. A hörgők ultrahangvizsgálatát először német szerzők írták le, majd a módszer a technikai továbbfejlesztések után 1995 után kezdett ténylegesen elterjedni. Az eljárás alkalmas az endoluminális, intramurális és a parabronchiális struktúrák megfigyelésére.

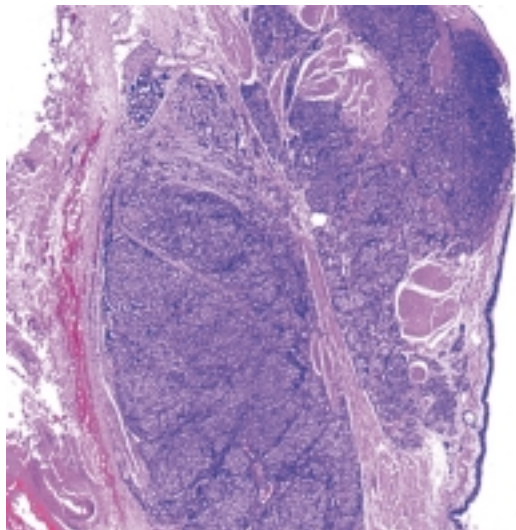
Hasznos információt kapunk a hörgőfalat beszűrő, radiológiailag nem észlelhető intramurális daganatok kiterjedéséről. A tüdőrákok stádiumbesorolásakor alkalmas a peribronchiális, és hörgőközei mediasztinális nyirokcsomók lokalizációjára, és a transzbronchiális biopsziák helyének kijelölésére (6-7. ábra) (5). A módszer alkalmas a mediasztinális képletek daganatos érintettségének képi megjelenítésére (pl. nyelőcsődaganatok és a légutak viszonyának megítélésére).

A technikai fejlesztés során olyan „cél” bronchoszkópot fejlesztettek ki, amelynél az ultrahang „fejét” és az endoszkópot egybeépítették, és így a biopsziás vizsgálatot az ultrahang ellenőrzése mellett lehet kivitelezni.

8. ábra. A jobb főhörgő hátsó falának megvastagodása CT-felvételen



10. ábra. Sebészi reszekátum kis nagyítású szövettani képe, HE, 30x

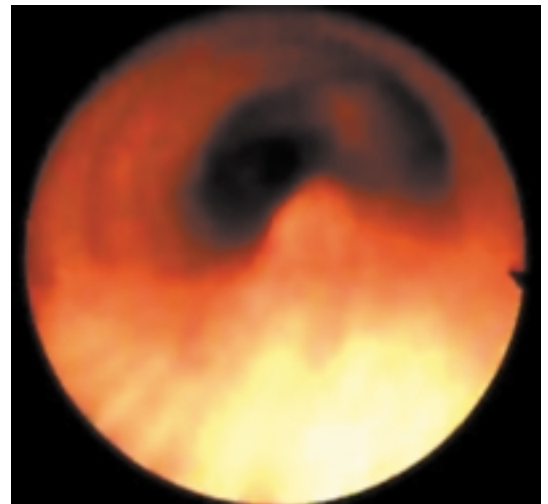


## Elektromagnetikus navigáció bronchoszkópos alkalmazása

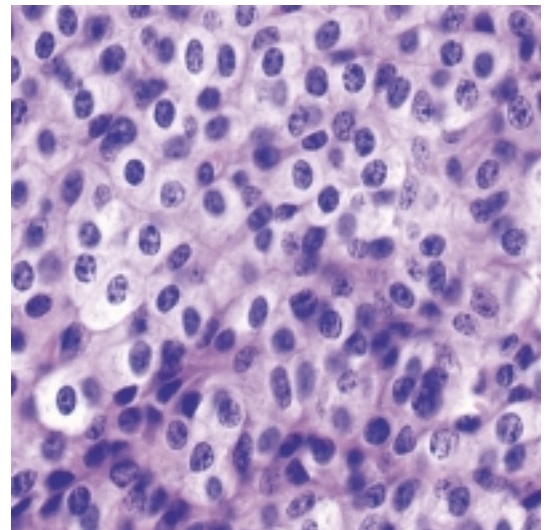
Körülírt, szoliter tüdőelváltozások (SPN) természetének tisztázása a pulmonológusok, illetve a radiológusok egyik legnehezebb feladata. Az USA-ban évente kb. 150 000 SPN jelent differenciáldiagnosztikus problémát. A folyamat tisztázása függ az elváltozás nagyságától és elhelyezkedésétől. A 2 cm-nél kisebb perifériás elváltozások bronchoszkópos diagnosztikájának eredményessége szerény (<30%). Az anyagvételt segítő képalkotó eljárások, CT, endoszkópos ultrahang mellett kifejlesztették a CT- és a bronchoszkópos kép fúzióját, mely nagyban megkönnyíti a tüdő perifériás elváltozásainak lokalizációját és a célzott anyagvételt. A CT- és az endoszkópos kép fúziójának hitelesítését elektromagnetikus szonda segítségével végzik (2, 7).

A képalkotó technikák a mindennapi betegvizsgálat során meghatározott sorrendben kerülnek felhasználásra (8-11. ábra). A képeket a meg-

9. ábra. A fenti elváltozás bronchoszkópos képe



11. ábra. Carcinoid szövettani képe, HE, 100x



felelő sorrendben végigtekintve egy megbetegedés képi jellegzetességeit, klinikopatológiai lefolyását követhetjük. A „képalkotók” csapatmunkája diagnosztikus tevékenységünk eredményességét nagymértékben megnöveli.

### Irodalom

1. Haussinger K, Becker H, Stanzel F, et al. Autofluorescence bronchoscopy with white light bronchoscopy compared with white light bronchoscopy alone for the detection of precancerous lesions: a European randomised controlled multicentre trial. *Thorax* 60:496-503, 2005
2. Hautmann H, Schneider A, Pinkau T, et al. Electromagnetic catheter navigation during bronchoscopy: validation of a novel method by conventional fluoroscopy. *Chest* 128:382-387, 2005
3. Kovács G, Dulka E, Márk Zs, et al. Autofluoreszcens bronchoszkópiával szerzett tapasztalataink. *Orvosi Hetilap* 145:1473-1478, 2004
4. Márk Zs, Bajzik G, Repa I, et al. Virtuális bronchoszkópia: új noninvazív vizsgálati lehetőség a pulmonológiában. *Orvosi Hetilap* 142:565-569, 2001
5. Morócz É, Strausz J. Endobronchialis ultrahangvizsgálat a tüdő és a mediastinum daganatos betegségeiben. *Magyar Radiológia* 78:70-74, 2004
6. Morócz É, Strausz J. Endobronchialis ultrahangvizsgálat. *Orvosi Hetilap* 143:2875-2879, 2002
7. Schwarz Y, Greif J, Becker HD, et al. Real-time electromagnetic navigation bronchoscopy to peripheral lung lesions using overlaid CT images: the first human study. *Chest* 129:988-994, 2006