

---

**ADVANCED AND NON- INVASIVE TECHNOLOGIES FOR IMAGING AND  
VISUALIZATION OF OBSTRUCTIVE LESIONS OF THE TRACHEOBRONCHIAL  
TREE- VIRTUAL BRONCHOSCOPY**

**Sonja Nikolova**

Institute of Radiology, Medical Faculty Ss. Cyril and Methodius, sonikmk@gmail.com

**Abstract:** Virtual bronchoscopy is a new and non- invasive CT imaging technique that enables accurate intraluminal evaluation and depiction of the tracheobronchial tree. These novel and noninvasive techniques are important in future planning of interventional procedures, determining the therapeutical response and patient follow up.

**Aim:** The main aim of this study will be to assess the diagnostic benefit of multi detector computed tomography (MDCT) post processing tools, such as virtual bronchoscopy (VB), multi planar reformatted (MPR) and minimum intensity projection (MinIP) images in the depiction of central airway stenosis.

**Study design:** This will be a prospective study with a retrospective overview, that involves a total of 100 patients with airway disease symptoms in a period of two years.

**Materials and methods:** 100 patients (60 men and 40 women), aged 20- 65 will be selected based on the presence of central airway lesions, detected previously during a routine axial CT scans, or prior fiber optic bronchoscopy and then a comparison will be made between axial scans, virtual bronchoscopy (VB), multi planar reformatted (MPR) and minimum intensity projection (MinIP) images, considering the fiber optic bronchoscopy as a gold standard. The central points of evaluating lesions will be the degree of luminal narrowing, the distance from carina, the length of the narrowed segment and the distal visualization of airways.

**Keywords:** airway, MDCT, tracheobronchial narrowing, bronchoscopy, virtual.

**НОВИ И НЕИНВАЗИВНИ МЕТОДИ ВО ЕВАЛУАЦИЈА НА ОПСТРУКТИВНИ ЛЕЗИИ НА  
ЦЕНТРАЛНИТЕ ВОЗДУШНИ ПАТИШТА- ВИРТУЕЛНА БРОНХОСКОПИЈА**

**Соња Николова**

Институт за Радиологија, Медицински Факултет, Скопје, Македонија, sonikmk@gmail.com

**Резиме:** Виртуелната бронхоскопија е нова, неинвазивна компјутерско- томографска имиџинг техника која овозможува интралуминална евалуација на трахеобронхијалното стебло и врши точна депикција на луменот и дијаметарот на трахеата, обата принципални бронхи и бронхијалното стебло до 4- та генерација бронхијални орифициуми и гранки. Неинвазивните техники кои ги прикажуваат лезиите на дишните патишта со мултидетекторна компјутеризирана томографија се битни во планирање на интервентни процедури, детерминирање на тераписки одговор и следење на пациентите.

**Цел-** Студијата ќе има цел да изврши евалуација на дијагностичкиот бенефит од виртуелната бронхоскопија, МПР и МинИП техниките во анализата на стеноза на централните воздушни патишта.

**Дизајн на студија-** Проспективно- ретроспективна студија која ќе инволвира 100 пациенти со симптоми на болест од дишните патишта, во тек на две години.

**Материјали и методи-** Во студијата ќе бидат вклучени 100 пациенти на возраст од 20- 65 години, 60 мажи, 40 жени, селектирани за анализа базирајќи се на веќе детектирани лезии на централните воздушни патишта на рутински аксијални КТ скенови или претходно реализирана фиброоптичка бронхоскопија. Ќе се направи споредба на аксијалните скенови, виртуелната бронхоскопија, мултипланарната реформација, проекциите со минимален интензитет, а земајќи ја фиброоптичката бронхоскопија за златен стандард. Лезиите ќе се евалуираат од аспект на степен на стеноза, растојание од карина, должина на стенотичниот сегмент и визуелизација на дишните патишта дистално од стенозата.

**Клучни зборови-** дишни патишта, мултидетекторна компјутеризирана томографија ( МДКТ), стеноза, бронхоскопија, виртуелна.

**ВОВЕД**

Флексибилната бронхоскопија е инвазивна процедура која може да биде придружена со редица компликации.

Неинвазивните техники кои ги прикажуваат лезиите на дишните патишта со МДКТ се битни во планирање на интервентни процедури, детерминирање на тераписки одговор и следење на пациентите.

Виртуелната бронхоскопија е нова компјутерско- томографска имидинг техника која овозможува неинвазивна, интралуминална евалуација на трахеобронхијалното стебло. Виртуелната ендоскопија може да изврши точна депикција на луменот и дијаметарот на трахеата, левиот и десен принципален бронх и бронхијалното стебло до 4-та генерација бронхијални орифициуми и гранки. Може да се добие одличен увид во морфологијата и на карина, а добиените снимки се слични на оние добиени со фиброоптичката ендоскопија. Оваа техника не се користи во секојдневната клиничка пракса и потребни се бројни рандомизирани клинички студии кои би го докажале бенефитот од употреба на истата.

Цел на оваа студија е да се евалуира перформансот на мултипланарната реформација (МПР), проекциите со минимален интензитет (МинИП) и виртуелната бронхоскопија (ВБ) во смисол на сензитивноста во детекција на лезии, степенот и должината на стенотичниот сегмент, растојанието од карина, дисталната депикција на дишните патишта и утврдување на целокупната дијагностичка доверба на овие постпроцесирачки техники, земајќи ја фиброоптичката бронхоскопија (ФБ) за златен стандард.

### МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

Од вкупно 80 пациенти со презентација на симптоми од централните дишни патишта, селектирани беа 50 пациенти на возраст од 20- 65 години (30 мажи и 20 жени) на база на 1) лезија на централните дишни патишта детектирана на рутински аксијален КТ преглед на бели дробови со 5 мм дебелина на пресек, направен на 64/ 128 слајсен Сиенс Соматом Дефинитон АС+ КТ и 2) на база на претходно направена фиброоптичка бронхоскопија.

За КТ скеновите беше употребена волтажа од 120кВ а ефективната колимација беше 40x 0,6 м. Снимките со дебелина од 1мм и 0,5 мм инкремент беа реконструирани со 30ф мазен кернел. Снимките од виртуелната бронхоскопија беа генерирани со користење на ендоскопски дисплеј на засенчување на површината ( Схадед сурфаце дисплас ССД). Лезиите беа анализирани од проксимална и дистална перспектива. Во ендоскопски флс тхроугх моде не беше возможно да се вршат мерења. Мултипланарните реформации беа генерирани во ортогонална, неортогонална и искривена рамнина на 3- Д работна станица со приказ на медијастинален и паренхмен прозор. МинИП снимките со дебел слаб (дебелина од 25- 55цм) кои го прикажуваа трахеобронхијалното стебло беа реконструирани во различни проекции.

За анализа на степенот на стеноза, дисталната визуелизација, должината на сегментот, и целокупниот коефициент на доверба, користен е семиквантитативен скор на градирање.

Степенот на стеноза се претстави како- градус 0 (без стеноза), градус 1 (<30% стеноза), градус 2 (30%- 60% стеноза), градус 3 (> 60% стеноза без комплетна оклузија) и градус 4 (комплетна оклузија на луменот).

Должината на стенотичниот сегмент се претстави како- градус 0 (без стеноза), градус 1 (1/3 од инволвируваниот сегмент), градус 2 (1/3 до 2/3 од инволвируваниот дишен сегмент), градус 3 (>2/3 од инволвируваниот сегмент). Должината на стенотичниот сегмент на МинИП со дебел слаб се анализираше со мерење на максималната проекциона должина.

Дисталната визуелизација на дишните патишта се градираше како градус 0- дистални дишни патишта не се визуелизираат, градус 1- визуелизирани се дисталните дишни патишта.

Параметрите добиени од ВБ, МПР и МинИП постпроцесинг техниките се споредија со оние од фиброоптичката бронхоскопија со користење на каппа статистика. Целокупниот коефициент на доверба за евалуација и делинеација на лезиите се базираше на детекција на стеноза и депикција на лезијата која го стенозира луменот како екстринзична, интрамурална, или интралуминална, и се градираше како- градус 0- недијагностички, градус 1- интермедијарна доверба, градус 2- добра корелација и сигурност.

### ПРИЧИНИ ЗА СТЕНОЗА

Од вкупно 50 пациенти со стеноза на одреден сегмент од трахеобронхијалното стебло, 33 беа дијагностицирани со карцином на белите дробови, 4 со трахеални тумори ( 1 липом во склоп на вон Реклингхаусен), 7 имаа трахеална стеноза, 4- карциноиден тумор на бронхус и 2 со посттуберкулозна бронхијална стеноза.

### РЕЗУЛТАТИ

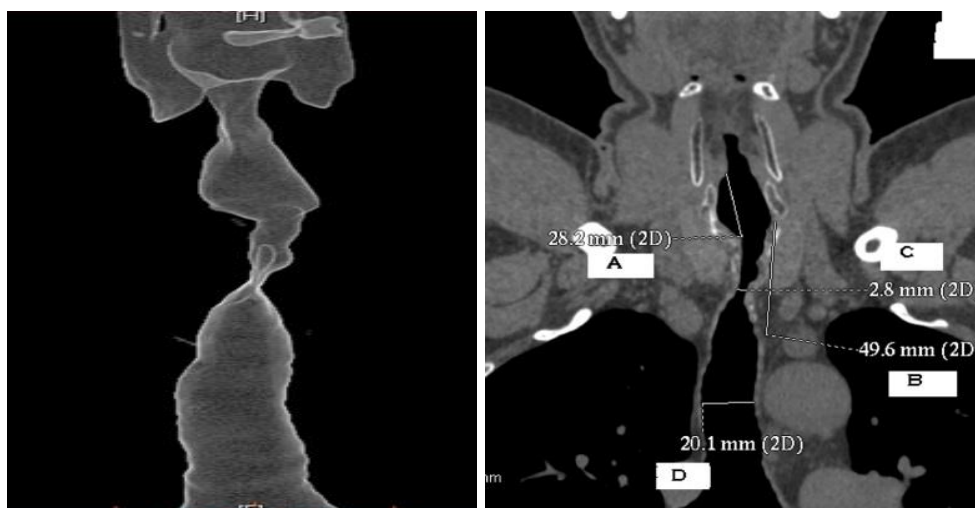
МПП реконструкциите има најголем коефициент на согласност со наодите добиени од фиброоптичката бронхоскопија (ФБ) во естимација на степенот на стеноза ( $K= 0,76$ ), додека МинИП најмала корелација со ФБ во тој поглед ( $K= 0,51$ ). ФБ има голем недостаток во визуелизација на дисталните дишни патишта постстенотично, истите се визуелизираа само кај 30 пациенти (60%) и заради тоа степенот на корелација со останатите техники беше многу низок. Најдобар приказ на дисталните дишни патишта постстенотично се следи на МПП реформациите (84,21%), како и евалуацијата на должината на стенотичниот сегмент. ВБ и МинИП имаат пониска ефективност во приказот на дисталните дишни патишта. ВБ имаше изненадувачки добра корелација со ФБ во анализа на должината на стенотичниот сегмент ( $K= 0,62$ ), додека и двете методи беа изразено слаби во депикција на дисталните дишни патишта. Не се детектира статистички значителна разлика во техниките и приказот на растојанието од карина. МПП техниката има најголем коефициент на доверба (87,71%), а ВБ најнизок (63,15%).

Табела 1. Споредба на (Каппа) согласноста на ФБ со останатите постпроцесирачки техники

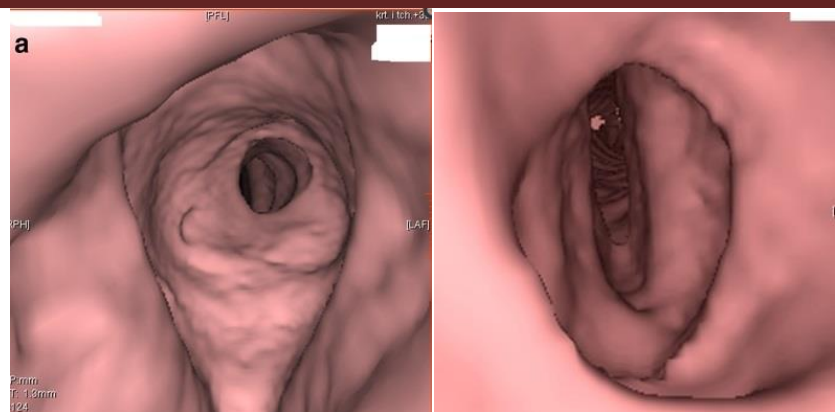
• Skor	• Axial	• MPR	• MinIP	• VR
• 0	• 5,26	• 0	• 3,50	• 5,26
• 1	• 24,56	• 12,28	• 28,07	• 31,57
• 2	• 70,17	• 87,71	• 67,80	• 63,15

Tip na tehnika	Stepen na stenozata	na Distalna vizuelizacija	Dolžina na segmentot
Axial	0,52	0,13	0,21
MPR	0,76	0,29	0,22
MinIP	0,51	0,22	0,24
VB	0,74	0,41	0,62

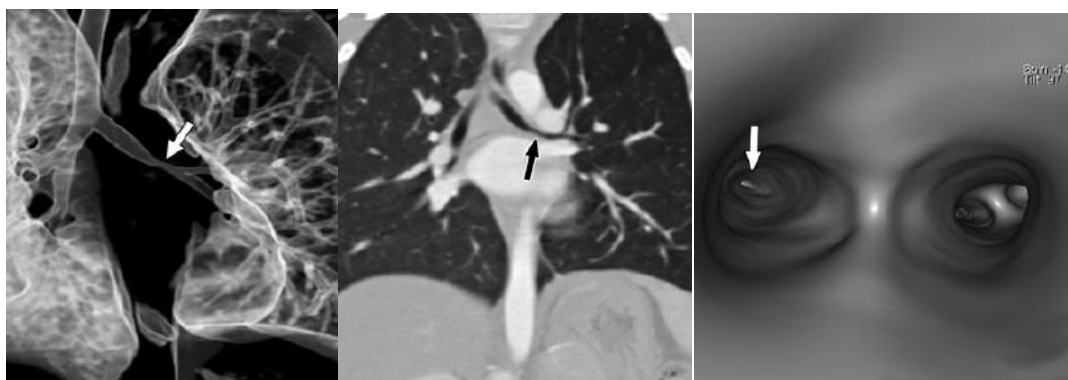
Табела 2. Коефициент на дијагностичка доверба на испитуваните постпроцесирачки техники



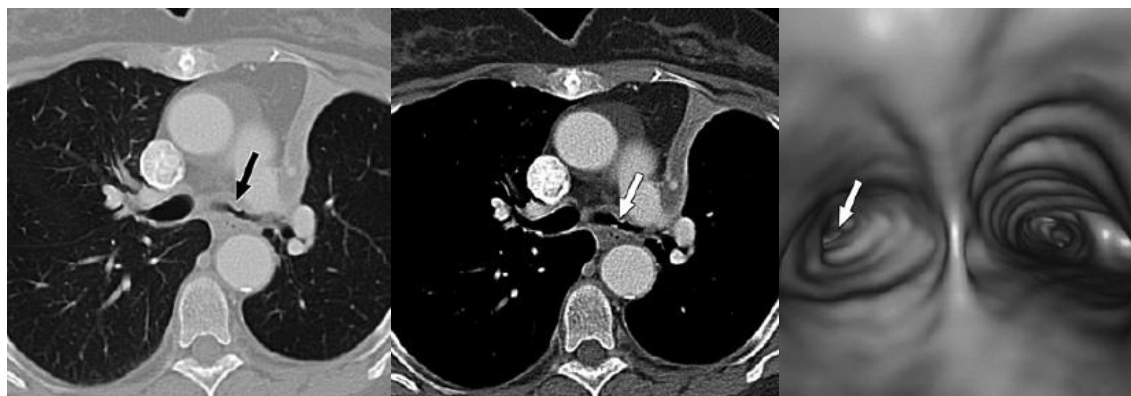
Слика 1. SSD VR и MPR приказ на стеноза на трахеа



Слика 2. Концентрично стеснување на трахеа, VB fly through преглед



Слика 3 и 4. VR, MPR и VB приказ на стеноза на принципалниот лев бронх, како и аксијални пресеци во медијастинален и паренхимски прозорец.



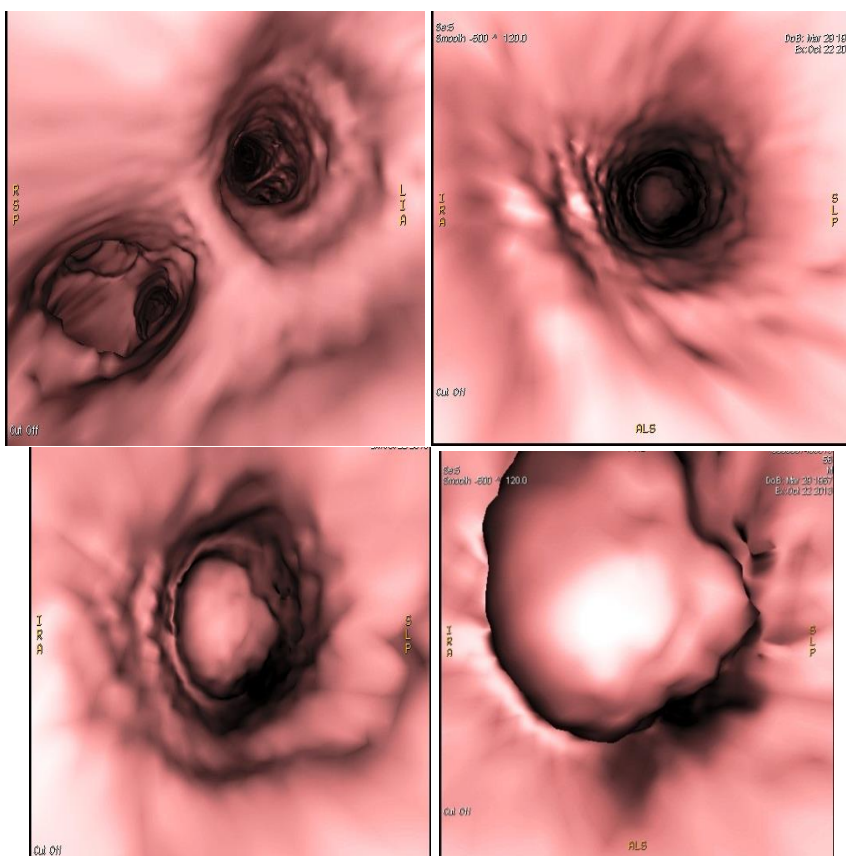
### ДИСКУСИЈА

Градирањето на степенот на стеноза со МПР беше исто толку точно како и кај ВБ, заради тоа што при мерењата користевме различни ортогонални, неортогонални и криви рамнини. МинИП покажа тенденција да ги превиди степените и должината на стеногичните сегменти. Растојанието од карина до стеногичниот сегмент добиен при мерења во аксијална рамнина корелираше со оние добиени при МПР и МинИП за бронхус интермедиус и десните и леви бронхуси за долните лобуси, додека не се доби корелација на бронхусите за горните лобуси и лингула. Иако ВБ се смета за супериорна техника во прикажувањето на дисталните дишни патишта за разлика од ФБ, во нашиот случај подобар приказ на дисталните патишта се доби со МПР и аксијалните снимки. МПР покажа супериорност во мерење на степенот на стеноза, депикција

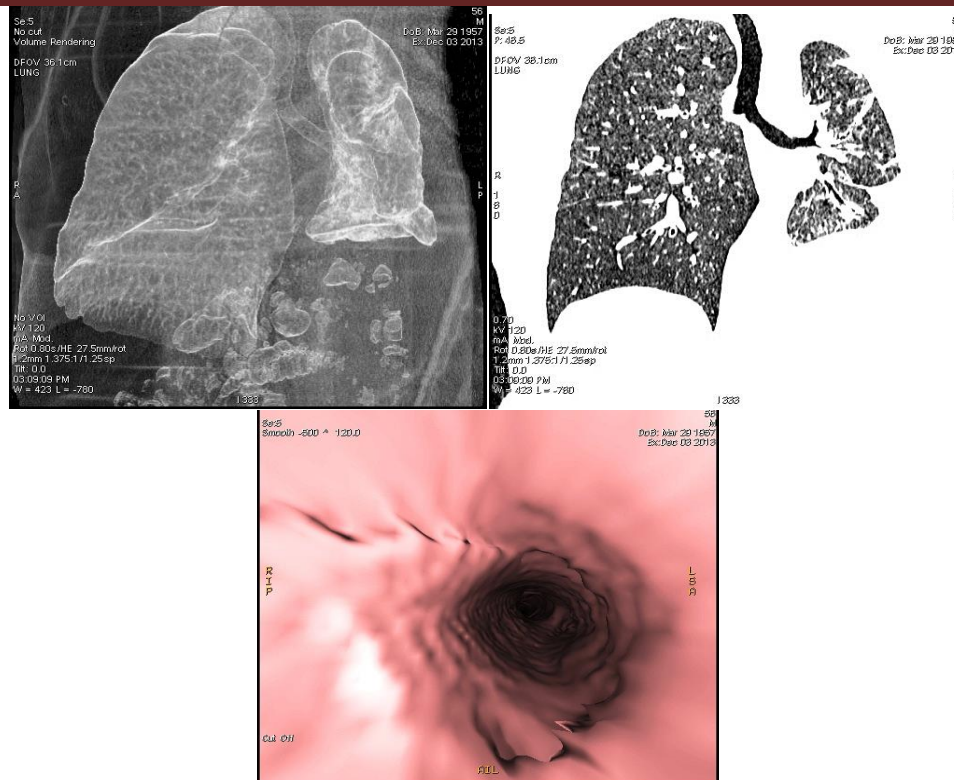
на дишните патишта дистално од стенозата, како и депикција на дишни патишта полни со ликвид дистално од обструкцијата. Коефициентот на доверба во карактеризирањето на лезии на дишните патишта беше највисок за МПР проекциите и со најсуптилна дисторзија заради екстерни причини.



Слика 5. МПР, коронарна рамнина , и аксијален пресек, parenhimski prozor на која се следи ампутиција на lev principalen bronh на 3cm distalno od karina.



Слика 6. VB интралуминален преглед и приказ на интраbronхијалната лезија, со анализа на истата, која врши опструкција на левиот принципален бронх од Слика 5.



Слика 7. Рекспанзија на лево белодробие по отстранување на интрабронхијалната лезија од претходниот случај и слободен интралуминален премин низ левиот принципален бронх на VB.

### ЗАКЛУЧОК

МПР снимките се најточни во детекција на лезии на дишните патишта, депикција на степенот на стеноза, дисталната визуелизација, евалуација на стенозичниот сегмент и мерење на дистанцата од лезијата до карина во селектираните локации. ВБ нема дистинктивна улога во евалуација на лезиите на дишните патишта.

### КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Kosucu P, Ahmetoglu A, Koramaz I, et al. Low dose MDCT and virtual bronchoscopy in pediatric patients with foreign body aspiration. *AJR* 2004; 183:1771–1777
- [2] Sorantin E, Geiger B, Lindbichler F, Eber E, Schimpl G. CT-based virtual tracheobronchoscopy in children—comparison with axial CT and multiplanar reconstruction: preliminary results. *PediatrRadiol* 2002; 32:8–15
- [3] Summers RM, Shaw DJ, Shelhamer JH. CT virtual bronchoscopy of simulated endobronchial lesions: effect of scanning reconstruction, and display settings and potential pitfalls. *AJR* 1998; 170:947–950
- [4] De Wever W, Bogaert J, Verschakelen JA. Virtual bronchoscopy: accuracy and usefulness—an overview. *Semin Ultrasound CT MR* 2005; 26:364–373
- [5] Fetita CI, Preteux F, Beigelman-Aubry C, Grenier P. Pulmonary airways: 3-D reconstruction from MDCT and clinical investigation. *IEEE Trans MedImaging* 2004; 23:1353–1364
- [6] Burke AJ, Vining DJ, McGuirt WF Jr, Postma G, Browne JD. Evaluation of airway obstruction using virtual endoscopy. *Laryngoscope* 2000; 110:23–29
- [7] Hoppe H, Walder B, Sonnenschein M, Vock P, Dinkel HP. Multidetector CT virtual bronchoscopy to grade tracheobronchial stenosis. *AJR* 2002; 178:1195–1200
- [8] Hoppe H, Dinkel HP, Walder B, von Allmen G, Gugger M, Vock P. Grading airway stenosis down to the segmental level using virtual bronchoscopy. *Chest* 2004; 125:704–711

- [9] Honnef D, Wildberger JE, Das M, et al. Value of virtual tracheobronchoscopy and bronchography from 16-slice multidetector-row helical CT for assessment of suspected tracheobronchial stenosis in children. *Eur Radiol* 2006; 16:1684–1691
- [10] McAdams HP, Palmer SM, Erasmus JJ, et al. Bronchial anastomotic complications in lung transplant recipients: virtual bronchoscopy for noninvasive assessment. *Radiology* 1998; 209:689–695
- [11] Naidich DP, Harkin TJ. Airways and lung: correlation of CT with fiberoptic bronchoscopy. *Radiology* **1995**;197:1–12
- [12] Vining DJ, Liu K, Choplin RH, Haponik EF. Virtual bronchoscopy: relationships of virtual reality endobronchial simulations to actual bronchoscopic findings. *Chest* **1996**; 109: 549– 553
- [13] Haponik EF, Aquino SL, Vining DJ. Virtual bronchoscopy. *Clin Chest Med* **1999**; 20: 201–217
- [14] Fleiter T, Merkle EM, Aschoff AJ, et al. Comparison of real-time virtual and fiberoptic bronchoscopy in patients with bronchial carcinoma: opportunities and limitations. *AJR* **1997**; 169: 1591– 1595
- [15] Ferretti GR, Knoplioch J, Bricault I, Brambilla C, CoulombM. Central airway stenoses: preliminary results of spiral-CT-generated virtual bronchoscopy simulations in 29 patients. *Eur Radiol* **1997**; 7: 854– 859