신경계 질환에 대한 MDCT의 임상적 응용

MDCT Application in Neuroimaging

이 승 구 | 연세의대 영상의학과 | Seung-Koo Lee, MD
Department of Radiology, Yonsei University College of Medicine
E-mail : slee@yumc.yonsei.ac.kr

J Korean Med Assoc 2007; 50(1): 51 - 56

Abstract

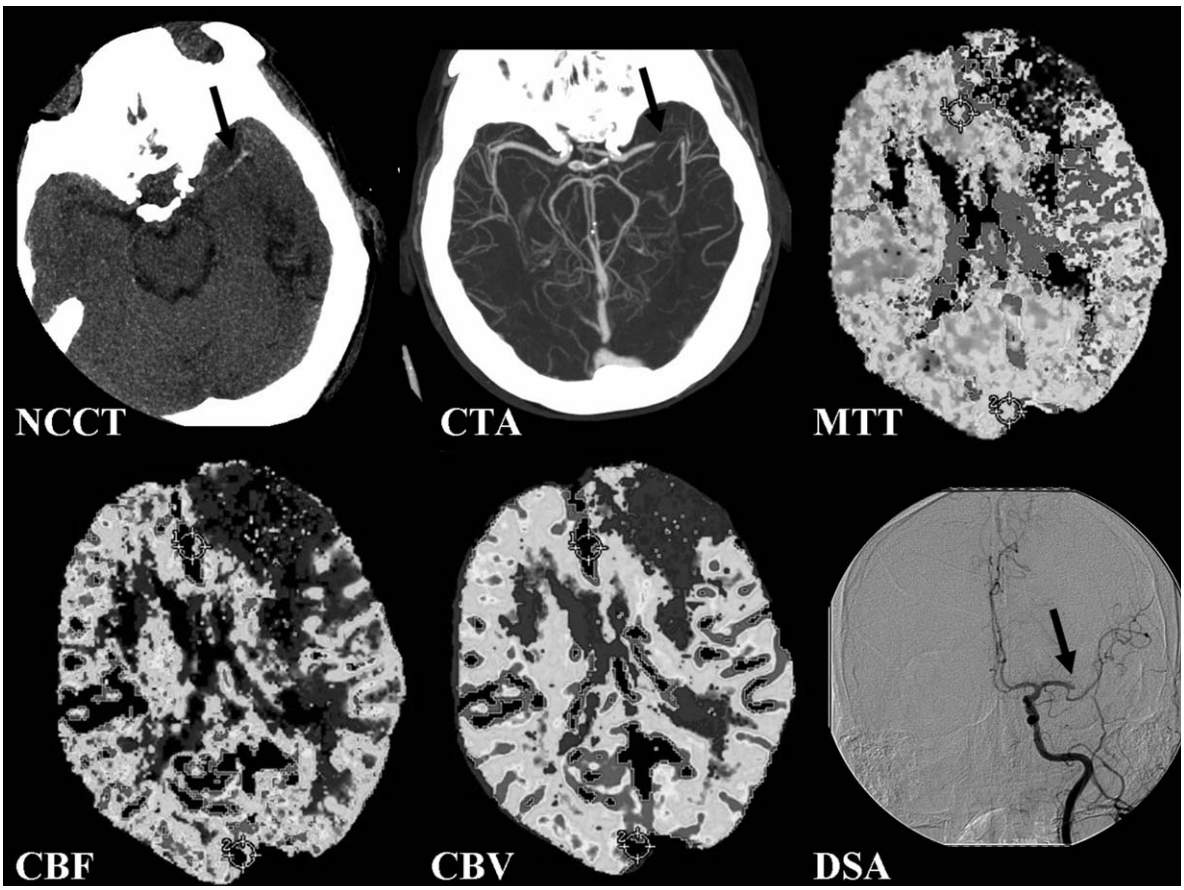
Multidetector CT (MDCT) is widely used in the clinical field and becoming the new standard in radiological diagnosis. In contrast to cardiovascular, thoracic and abdominal imaging, the role of MDCT is not yet clearly documented in neuroradiology. However, the application of MDCT in stroke, head and neck trauma, spinal diseases and tumor staging of head and neck cancer is actively performed in many institutions, and the results are promising. The shorter scan time, higher resolution, and less radiation dose enable higher and safer CT diagnosis in various neurological diseases. Due to thin slicing and isotropic multiplanar reconstruction (MPR), scanning in one axis is enough to get multiplanar images allowing for a more accurate diagnosis. Further clinical applications and research will be mandatory to prove the clinical utility of MDCT in the field of neuroimaging.

Keywords : Multi-detector CT; Cerebrovascular disease; Trauma
핵 심 용 어 : 다중검출전산화단층촬영; 뇌혈관질환; 외상

서 론

1990년대 이후 자기공명영상(MRI)이 급속도로 보급되면서 전산화단층촬영과 비교할 수 없는 뛰어난 연부조직 대조도와 세밀한 해상도로 뇌신경계 질환 진단의 최적 선택으로 인식되어 왔다. 또한 최근 3.0T 이상의 고자장 자기공명영상장치가 임상에 응용되면서 더욱 눈부신 발전을 하게 되어 외상 및 뇌출혈 환자를 제외한 대부분 뇌신경계 질환은 자기공명영상만으로 해결할 수 있게 되어 전산화단층촬영은 그 역할이 더욱 축소되었다.

최근 다중검출 전산화단층촬영(MDCT)이 소개되면서 기존의 축상면에 국한된 영상에서 한 단계 올라가 실질적인 3차원 입체영상을 구현할 수 있게 되었다. MDCT는 촬영시간을 줄이고, 보다 얇은 절편의 영상을 더 넓은 범위에서 얻을 수 있게 해주기에 흉부 및 복부 질환의 표준 영상기법으로 자리잡고 있으며 뇌신경계 영역에서도



CBF: cerebral blood flow, CBV: cerebral blood volume, MTT: meat transit time

Figure 1. A 66-year-old male with the complaint of right side hemiparesis. Non-contrast CT (NCCT) shows hyperdense thrombus at the left middle cerebral artery (MCA) (black arrow). CT angiography (CTA) reveals occlusion of left MCA and perfusion CT shows decreased CBF, CBV and delayed MTT at the affected territory. Digital subtraction angiography (DSA) during emergency thrombolysis demonstrates occlusion of left MCA (black arrow)

MRI와 더불어 그 진단적 유용성을 자리매김하고 있다. 또한 접근성과 응급환자에 대한 대처 능력에 있어 MRI보다는 한결 우위를 점하고 있고, 골 구조에 대한 탁월한 구현 능력 때문에 향후 독립적인 지위를 유지하면서 중요한 역할을 할 것으로 기대된다.

본 특집에서는 현재 임상적으로 응용되고 있는 뇌신경계 영역 질환에 대한 MDCT의 임상적 응용에 대해 알아보고자 한다.

MDCT의 임상적 응용

1. 뇌혈관질환 : CT 관류영상(CTP) 및 CT 혈관조영술(CTA)

급성기 뇌경색에서 영상진단의 최종 목적은 혈전용해술의 즉각적 시행 여부 결정과 허혈반연부(ischemic penumbra)를 영상학적으로 밝혀내어 치료의 방향 및 예후를 결정하는 데 있다. 허혈반연부란 뇌혈류가 떨어져 뇌세포들이 전기생리학적 기능 이상은 보이지만 세포

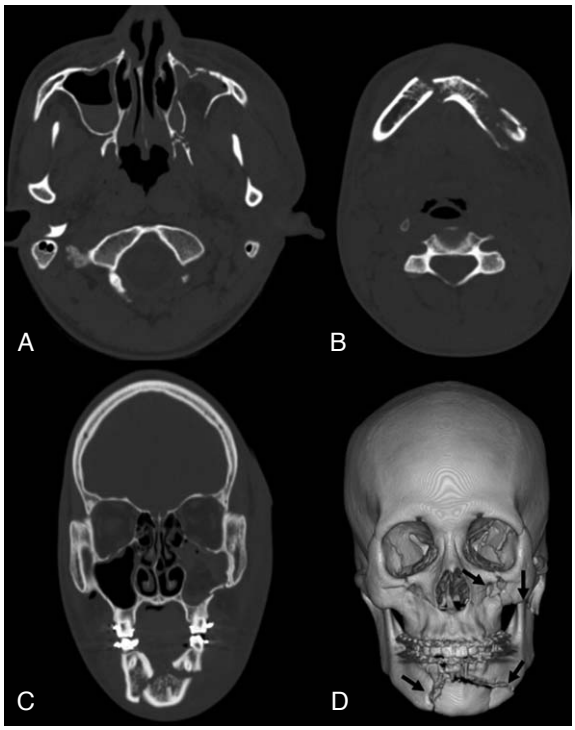


Figure 2. A 22-year-old male with facial trauma

(A), (B) Axial CT with bone setting shows multiple fractures at left facial bones and mandible

(C) Coronal reconstruction from axial images demonstrates precise locations of multiple fractures

(D) Three dimensional reconstruction image shows detailed configuration of fracture lines

막은 온전하여 혈류가 되돌아오면 회복이 가능한 부위를 일컬으며 혈전용해치료의 최종 목표가 된다(1). 확산강조영상이 포함된 MRI가 뇌경색 진단의 최전선에 서있기는 하지만 혈전용해술 시행 여부를 결정하는 가장 중요한 인자는 환자의 임상증상과 고식적 CT 소견이다(2~4).

여기에 최근 MDCT가 보급되면서 다단면 관류영상이 가능하게 되었고, 신속한 촬영과정 및 영상후처리과정을 통해 뇌혈액량(CBV), 뇌혈류량(CBF) 및 평균통과시간(MTT) 등의 정량을 할 수 있게 됨에 따라 CTP가 치료방침의 결정에 중요한 역할을 하게 되었다(5, 6). 경색중심부는 CBV 및 CBF가 모두 떨어진 부위, 허혈반연부는 CBV는 정상이나 CBF가 떨어진 부위이며(6), 보다 정교한 계산과정을 통하여 절대량을 얻을 경우 경색중심부는 뇌혈액량이 2.0ml/100g 이하, 허혈반연부의 경우 평균통과시간이 145% 이상 지연된 경우에 진단할 수 있다(7). 이와 같은 CT 관류영상은 비록 뇌 전체를 포함하지 못하는 약점이 있으나 응급실에 MDCT가 설치될 경우 그 접근성에서 MRI를 압도하기 때문에 앞으로 더 많은 임상적 응용이 기대된다(Figure 1).

CT 혈관조영술은 혈관폐색의 상태를 직접적으로 보여주고 2차원 단면영상을 통해 경색의 범위를 자세히 평가할 수 있으며, 더 나아가 혈전용해술의 시행 여부를 결정하는 중요한 기준을 제공한다(8~10). MDCT는 z-축으로 고해상도 영상을 얻을 수 있는 것이 장점이며, 대동맥궁에서부터 두개내 혈관부까지 단시간에 촬영이 가능하여 경동맥을 평가하는 데 유용하게 사용될 수 있다.

2. 두경부 외상 환자의 평가

MDCT는 촬영시간이 기존 CT에 비해 짧기 때문에 상대적으로 움직임에 의한 인공물이 적어져 외상 환자의 평가에 유리하다. 그리고 작은 collimation을 통해 더욱 얇은 절편의 영상을 얻을 수 있고, 따라서 미세한 골절에 대해서 더욱 민감도를 높일 수 있으며 정방형의 화소입자를 얻어 3차원 재구성을 하게 되면 안면부 손상 환자의 두개골을 실제로 쳐다보는 것과 같은 효과의 영상을 얻을 수 있다(Figure 2). 안면부 골절에 대한 정확한 평가를 위해서는 최소한 140Kvp, 160mAs 정도의 전압-전류를 사용하며 1mm 이하의 collimation을 통해 고해상도 영상을 얻도록 한다(11, 12).

3. 척추 질환의 평가

MRI가 가지고 있는 큰 장점 중의 하나는 관상 및 시상면 영상을 얻을 수 있어 척추 질환의 평가에 유용하다는

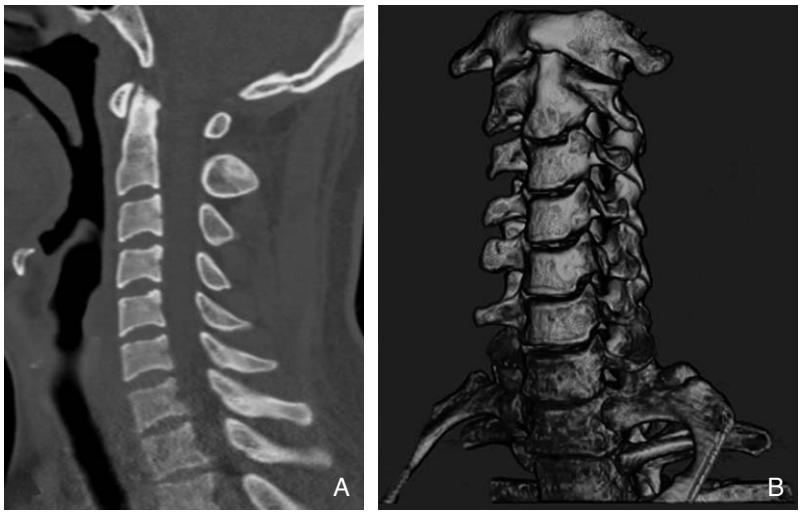


Figure 3. Sagittal reconstruction images of cervical spine. Alignment and integrity of vertebrae are easily evaluated by multi-planar reconstructed and 3-D image

것이다. MDCT가 보급되면서 기존의 축상면에 제한된 영상을 벗어나 시상면 재구성 영상을 통해 척추의 배열 상태를 쉽게 평가할 수 있게 되었다(Figure 3). 또한 기존의 helical CT보다 더 넓은 영역을 검사할 수 있으며 특정 레벨이 아닌 경추, 흉추 또는 요추 전체 검사가 보다 수월하게 진행될 수 있어 병변의 검출률을 높일 수 있다(13, 14). 외상 환자 뿐만 아니라 척수 혈관에 대한 평가도 가능하고(15), 다발성 골수종과 같은 악성 골종양의 진단에도 유용하게 이용된다(16). 연부조직에 대한 구현 능력은 MRI에 비해 떨어지지만, 골구조 및 석회화된 부위에 대한 보다 우월한 능력 때문에 척추 질환에서의 CT의 중요성은 결코 낮아지지 않을 것이다.

4. 기타 두경부 영역 질환의 평가

두경부 종양의 진단에 있어서 단면영상의 중요한 역할은 병변의 범위, 침습된 인접 구조물에 대한 평가이다. 이러한 관점에서 관상-시상면 영상이 가능한 MRI가 보다 우위에 있다고 할 수 있으나 MDCT를 이용하여 축상면 촬영을 한 뒤 관상면 재구성 영상을 동시에 놓고 판독을 하면 병변의 범위를 보다 정확하게 알 수 있다. 또한 림프절 병기 결정에 있어서 CT는 초음파보다 더 객관적인 정보를 제공한다(17).

측두골 CT는 귀 질환을 진단하는 데 필수적인 검사인데, 기존 CT의 경우 환자의 머리를 과신전하여 관상면 영상을 얻는 반면, MDCT는 축상면만 얻은 뒤 관상면 재구성을 하여도 좋은 품질의 영상을 얻을 수 있기 때문에 짧은 시간에 보다 많은 환자를 검사할 수 있다. 고해상도 단면을 3차원적으로 재구성하여 virtual endoscopy를 구현할 수 있으며 이를 통해 이소골의 미세한 이상을 감지하기도 한다.

결 론

2000년대 들어오면서 MDCT는 영상진단기기의 새로운 기준으로 자리매김을 하였다. MDCT는 심혈관계, 흉부 및 복부 질환에 있어서 가장 기본적인 영상진단법이지만 뇌신경계 질환에 대한 중요성은 사실 그다지 높지 않은 것이 현실이다. 그러나 앞서 기술한 부분들에 대해서는 임상적으로 검증이 되어 있기 때문에 향후 활발한 이용이 요구된다.

MDCT는 고식적 CT에 비해 적은 방사선 조사량이 필요하고, 피치를 2로 조정한 나선형 CT와 유사한 양의 방사선이 환자에게 들어가게 되므로 보다 안전한 진단기기로 볼 수 있다. MDCT는 기존의 CT에 비해 고해상도, 빠른 스캔 시간, 입체적 재구성 등 월등한 기능을 제공하는 반면, 지나치게 데이터 양이 많아지고, collimation이 작

아짐에 따라 영상잡음이 증가하는 단점이 있다. 또한 고해상도 영상 촬영시 환자에게 들어가는 방사선조사량이 증가하는 문제도 야기되었다. 보다 고성능 처리장치와 대용량 저장장치를 사용하고, 경우에 따라서는 적절하게 절편두께를 증가시키며 꼭 필요한 경우에만 고해상도, 얇은 절편의 영상을 얻도록 하여 가능한한 방사선조사량을 낮게 유지하는 쪽으로 노력한다면 MDCT의 가치가 더욱 빛날 것이다.

참고문헌

1. Astrup J, Siesjo BK, Symon L. Thresholds in cerebral ischemia–the ischemic penumbra. Stroke 1981; 12: 723 - 725.
2. Adams HP Jr, Adams RJ, Brott T, del Zoppo GJ, Furlan A, Goldstein LB, Grubb RL, Higashida R, Kidwell C, Kwiatkowski TG, Marler JR, Hademenos GJ. Guidelines for the early management of patients with ischemic stroke: A scientific statement from the Stroke Council of the American Stroke Association. Stroke 2003; 34: 1056 - 1083.
3. von Kummer R, Bourquain H, Bastianello S, Bozzao L, Manelfe C, Meier D, Hacke W. Early prediction of irreversible brain damage after ischemic stroke at CT. Radiology 2001; 219: 95 - 100.
4. Pexman JH, Barber PA, Hill MD, Sevick RJ, Demchuk AM, Buchan AM. Use of the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) for assessing CT scans in patients with acute stroke. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22: 1534 - 1542.
5. Nabavi DG, Cenic A, Craen RA, Gelb AW, Bennett JD, Kozak R, Lee TY. CT assessment of cerebral perfusion: experimental validation and initial clinical experience. Radiology 1999; 213: 141 - 149.
6. Schaefer PW, Roccatagliata L, Ledezma C, Hoh B, Schwamm LH, Koroshetz W, Gonzalez RG, Lev MH. First pass quantitative CT perfusion identifies thresholds for salvageable penumbra in acute stroke patients treated with intra–arterial therapy. AJNR Am J Neuroradiol 2006; 27: 20 - 25.
7. Wintermark M, Flanders AE, Velthuis B, Meuli R, van Leeuwen M, Goldsher D, Pineda C, Serena J, van der Schaaf I, Waaijer A, Anderson J, Nesbit G, Gabriely I, Medina V, Quiles A, Pohlman S, Quist M, Schnyder P, Bogousslavsky J, Dillon WP, Pedraza S. Perfusion–CT assessment of infarct core and penumbra: receiver operating characteristic curve analysis in 130 patients suspected of acute hemispheric stroke. Stroke 2006; 37: 979 - 985.
8. Wildermuth S, Knauth M, Brandt T, Winter R, Sartor K, Hacke W. Role of CT angiography in patient selection for thrombolytic therapy in acute hemispheric stroke. Stroke 1998; 29: 935 - 938.
9. Sims JR, Rordorf G, Smith EE, Koroshitz WJ, Lev MH, Buonanno F, Schwamm LH. Arterial occlusion revealed by CT angiography predicts NIH stroke score and acute outcomes after IV tPA treatment. AJNR Am J Neuroradiol 2005; 26: 246 - 251.
10. Sylaja PN, Dzialowski I, Krol A, Roy J, Federico P, Demchuk AM. Role of CT angiography in thrombolysis decision–making for patients with presumed seizure at stroke onset. Stroke 2006; 37: 915 - 917.
11. Philipp MO, Funovics MA, Mann FA, Herneth AM, Fuchsjaeger MH, Grabenwoeger F, Lechner G, Metz VM. Four–channel multidetector CT in facial fractures: do we need 2 x 0.5 mm collimation? AJR Am J Roentgenol 2003; 180: 1707 - 1713.
12. Ahvenjarvi L, Mattila L, Ojala R, Tervonen O. Value of multidetector computed tomography in assessing blunt multitrauma patients. Acta Radiol 2005; 46: 177 - 183.
13. Chan PN, Antonio GE, Griffith JF, Yu KW, Rainer TH, Ahuja AT. Computed tomography for cervical spine trauma. The

impact of MDCT on fracture detection and dose deposition. Emerg Radiol 2005; 11: 286 - 290.

14. Geijer M, El-Khoury GY. MDCT in the evaluation of skeletal trauma: principles, protocols and clinical applications. Emerg Radiol 2006; 13: 7 - 18.
15. Boll DT, Bulow H, Blackham KA, Aschoff AJ, Schmitz BL. MDCT angiography of the spinal vasculature and the artery of Adamkiewicz. AJR Am J Roentgenol 2006; 187: 1054 - 1060.
16. Horger M, Claussen CD, Bross-Bach U, Vonthein R, Trabold T, Heuschmid M, Pfannenberg C. Whole-body low-dose multi-detector row-CT in the diagnosis of multiple myeloma : an alternative to conventional radiography. Eur J Radiol 2005; 54: 289 - 297.
17. Imhof H, Czerny C, Dirisamer A. Head and neck imaging with MDCT. Eur J Radiol 2003; 45: S23 - 31.

Peer Reviewer Commentary

김 범 수 (가톨릭의대 진단방사선과)

본 논문은 최근 장비의 발전과 함께 그 이용이 증가하고 있는 MDCT의 뇌신경계 영역 질환에 대한 임상적 응용에 대해 기술하고 있다. 필자가 밝힌 대로 신경두경부 영역의 질환에 대해 MDCT는 관류영상 및 혈관조영술을 통한 뇌혈관질환의 진단, 삼차원영상 재구성 및 고해상도 영상을 통한 두경부 외상환자 및 척추질환의 평가, 그리고 다면영상을 이용한 기타 두경부 영역 질환의 평가에 특히 그 이용이 증가하고 있다. 한편, MDCT의 발전과 함께 영상검사 시간의 단축에 의해 환자가 받게 되는 방사선 조사량이 변화하였다. 영상방법에 따라 환자가 받는 방사선 조사량에 많은 변화가 생기므로, 영상 목적에 합당한 적절한 영상변수를 사용하여 가능한한 방사선 조사량을 낮게 유지하도록 하고, 좋은 영상 화질을 유지하기 위한 지속적인 영상품질관리에 대한 관심과 시행이 필요하다.