

Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons



Practical emphasis on problem solving and decision making

Subscribe today to receive:

- Accurate and objective discussions
- Current coverage of the latest clinical issues
- Peer-reviewed articles
- JAAOS on CD-ROM free with your 3-year subscription
- Free online access to every issue of JAAOS ever published at www.jaaos.org

Your annual subscription will cost just:
 individuals: US \$120
 Residents: US \$70
 Institutions: US \$188

Start your subscription today!

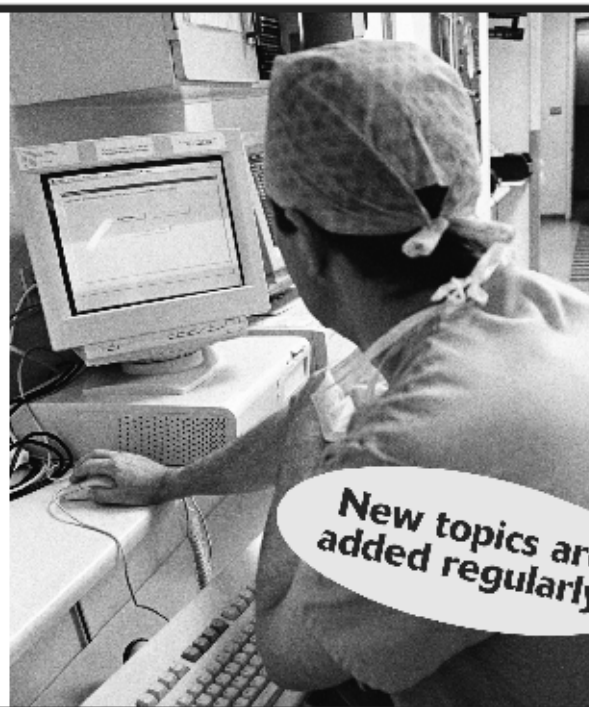
Phone: +1-205-995-1567
 Fax: +1-205-995-1588
 Email: jaaos@ebsco.com

Listed in Index Medicus/MEDLINE



American Academy of Orthopaedic Surgeons®
 Your source for lifelong orthopaedic learning

Welcome to Orthopaedic Knowledge Online...



Orthopaedic Knowledge Online (OKO) is an exclusive website with quick, reliable, and in-depth coverage of orthopaedic conditions. Using any computer with an Internet connection, you have instant access to step-by-step surgical procedures, diagnosis discussions, patient cases and management and treatment options.

Visit OKO and learn more about this exclusive website!

Special subscription offers for international subscribers are available.

OKO will help you

Resolve Clinical Challenges

- OKO provides you easy access to detailed and relevant information for resolving your clinical challenges.

Navigate With Ease

- Visit OKO to simplify your information search with easy access to practical treatment information that is available anywhere, anytime.

Stay Connected

- OKO helps you stay connected with intimate access to information from world-renowned orthopaedic surgeons, and support from AAOS.



American Academy of Orthopaedic Surgeons®

Your source for lifelong orthopaedic learning.

www.aaos.org/oko

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi

Yayın Kurulu

Editör

Alan M. Levine, MD

Emekli Editör

John W. Frymoyer, MD

Yardımcı Editörler

Edward Akelman, MD

Paul A. Anderson, MD

Daniel J. Berry, MD

John A. Herring, MD

Peter Joki, MD

J. Lawrence Marsh, MD

Editörler Redaksiyon Kurulu

Howard S. An, MD

Jeffrey O. Anglen, MD

James L. Beskin, MD

Larry K. Chidgey, MD

Laurence E. Dahners, MD

Edward Diano, MD

Jeffrey S. Fischgrund, MD

Frank J. Frassica, MD

Gary E. Friedlaender, MD

James G. Garrick, MD

Andrew H. Glassman, MD

Christopher D. Harner, MD

Richard J. Haynes, MD

Thomas R. Johnson, MD

Geoffrey H. Johnston, MD

Ronald W. Lindsey, MD

David A. Mattingly, MD

Kathleen A. McHale, MD

Robert D. Monsey, MD

Peter Newton, MD

Kevin D. Placher, MD

Brian A. Shaw, MD

Walter H. Short, MD

Alexander R. Vaccaro, MD

Jon J. P. Warner, MD

İçindekiler

Tanı ve Tedavideki İlerlemeler

Birçok Sıralı Saptayıcı Bilgisayarlı

Tomografi (MDCT)

1

Georges Y. El-Khoury, MD, ve D. Lee Bennett, MD

Iowa City, Iowa

Gerald J. Ondr, MD

Springfield, Missouri

Modern Ortopedi Perspektifleri

Rotator Manşet Ultrasonografisi:

Tanısal Yeterlilik

6

R. Sean Churchill, MD

Milwaukee, Wisconsin

Edward V. Fehring, MD

Omaha, Nebraska

Theodore J. Dubinsky, MD, ve

Frederick A. Matsen III, MD

Seattle, Washington

Total Diz Replasmanlarının Üzerinde

Oluşan Periprotetik Femoral Kırıklar

12

Edward T. Su, MD, Hargovind DeWal, MD, ve

Paul E. Di Cesare, MD

New York, New York,

Devamı arka sayfada

İmtiyaz Sahibi	: Ali Serhan Ergün
Sorumlu Müdür	: Ali Serhan Ergün
Editör	: Prof. Dr. Mahmut Nedim Doral (Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı)
Çevirmen	: Op. Dr. Tayfun Beyatlı (Ortopedi ve Travmatoloji Uzmanı)
Yayıncı	: AC.T Medikal İletişim Yayın Org. Dan. İç ve Dış Tic. Ltd. Şti Bağdat Cad. 124/3 Feneryolu 34726 Kadıköy-İST. Tel: (0216) 345 89 50 / Fax: (0216) 345 73 99
Türkçe Basımı	: ISSN 1304-4222 Temmuz 2004
Ofset Hazırlık-Baskı	: Üç-Er Ofset 629 03 15 (pbx) ucerofset@ttnet.net.tr

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi

Egzersiz Reçetesi 22

Maureen C. Ashe, BScPT, Msc, ve
Karim M. Khan, MD, PhD
Vancouver, British Columbia, Canada

Travma Sonrası Oluşan Segmental Kemik Kayıplarının Tedavisi 29

Thomas A. DeCoster, MD,
Rick J. Gehlert, MD, ve
Elizabeth A. Mikola, MD
Albuquerque, New Mexico
Miguel A. Pirela-Cruz, MD
El Paso, Texas

El Doğumsal Sindaktilisinin Cerrahi Tedavisi 41

Khiem D. Dao, MD
Westminster, California
Alexander Y. Shin, MD
Rochester, Minnesota
Annette Billings, MD, Kerby C. Oberg, MD, ve
Virchel E. Wood, MD
Loma Linda, California

Devamı gelecek sayfada

Yazarlara önerilere, abonelik ve reklam bilgilerine ve sayfa formatında gösterilen JAAOS makalelerinin tamamından oluşan arşive (1993'den günümüze kadar) ulaşmak için www.jaaos.org adresine bağlanınız.

Amerika için abonelikler: Bireysel: \$99.00, 2 yıl \$188.00, 3 yıl \$282.00, Kurumsal: \$158.00, 2 yıl \$300.00, 3 yıl \$450.00. Asistan: \$48.00, 2 yıl \$96.00, 3 yıl \$144.00. Amerika Ortopedik Cerrahlar Akademisinin senelik üyelik ücretlerinden üye başına \$30'ı Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi'ne abonelik için tahsis edilmektedir.

Amerikan doları cinsinden uluslararası abonelikler (Kanada ve Meksika dahil): Bireysel: \$120.00, 2 yıl \$228.00, 3 yıl \$342.00. Kurumsal: \$188.00, 2 yıl \$357.00, 3 yıl \$536.00. Asistan: \$70.00 (sadece bir yıllık abonelik; asistanlık durumunun senelik bazda kanıtlanması gerekmektedir). Uçakla nakliye için senelik ek ücret \$40.00. Dünyanın her tarafındaki abonelik acentalarından edinilebilir. Japonya'daki ücretler için, Nankodo Co., Ltd., 42-6 Hongo 3-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japonya; telefon (3) 3811-9950, faks (3) 3811-5031 ile temas kurunuz.

Tek kopya için: \$32.00 artı nakliye ve ulaşım için \$4.00.

Müşteri Hizmetleri Telefonu: (800) 626-6726, ++(847) 823-7186, **Müşteri Hizmetleri Faks Numarası:** ++(847) 823-8025.

Yayın Kurulu Yazışma Adresi: Journal of the American of Orthopaedic Surgeons, 6300 N. River Road, Rosemont, IL 60018-4262; e-posta: jaaos@aaos.org.

Reklam vermek için: Cunningham Associates, 180 Old Tappan Road, Old Tappan, NJ 07675, (201) 767-4170, Faks (201) 767-8065

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi

Koksidiniya: Tanı ve Tedavi	50
Guy R. Fogel, MD, Paul Y. Cunningham III, MD, ve Stephen I. Esses, MD <i>Houston, Texas</i>	
Ortopedide Kullanılan Radionüklid Radyoaktif Terapötiklerindeki İlerlemeler	56
Herrick J. Siegel, MD <i>Birmingham, Alabama</i> James V. Luck, Jr, MD, ve Michael E. Siegel, MD <i>Los Angeles, California</i>	
<u>Web ve Kablosuz İletişimi Gözden Geçirme</u> Omuz Cerrahisi için İnternet Kaynakları	66
Michael L. Pearl, MD <i>Los Angeles, California</i>	
Gelecek Sayının Başlıkları	10A

Reklam vermek için: Cunningham Associates, 180 Old Tappan Road, Old Tappan, NJ 07675, (201) 767-4170, Faks (201) 767-8065

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi, ISSN 1067-151X, Ocak, Mart, Mayıs, Temmuz, Eylül ve Kasım aylarında yayınlanmaktadır.

Sürekli yayın posta ücreti "Des Plaines, Illinois" ve diğer ek posta ofislerinde ödenmektedir. **Postmaster:** Adres değişikliklerini AAOS Müşteri Hizmetleri, "6300 N. River Road, Rosemont, IL 60018-4262" adresine gönderiniz. **Aboneler:** Adres değişikliği derginin yayınlanmasından en az bir ay önce gönderilmeli ve abonenin hem eski adresini hem de yeni adresini içermelidir. Eğer mümkünse altı basamaklı kimlik numaranız veya eski adresinizi gösteren bir posta etiketi ekleyiniz.

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi

Bone
and Joint
D E C A D E
— 2002-USA-2011 —

Board of Directors

President

James H. Herndon, MD

First Vice President

Robert W. Bucholz, MD

Second Vice President

Stuart L. Weinstein, MD

Secretary

E. Anthony Rankin, MD

Treasurer

Edward A. Toriello, MD

Past Presidents

Vernon T. Tolo, MD

Richard H. Gelberman, MD

Members-at-Large

Stephen A. Albanese, MD

Frederick M. Azar, MD

Laura L. Tosi, MD

Gerald R. Williams, Jr, MD

Chair, Board of Councilors

Maureen Finnegan, MD

Chair-Elect, Board of Councilors

Peter J. Mandell, MD

Secretary, Board of Councilors

Francis B. Kelly, MD

Chair, Council of Musculoskeletal Specialty Societies

David G. Lewallen, MD

Chair-Elect, Council of Musculoskeletal Specialty Societies

Glenn B. Pfeffer, MD

Secretary, Council of Musculoskeletal Specialty Societies

Mark C. Gebhardt, MD

Lay Member

Leslie L. Altick

Chief Executive Officer

Karen L. Hackett, FACHE, CAE (Ex Officio)

Academy Staff

Administrative

Chief Education Officer

Mark W. Wieting

Director, Department of Publications

Marilyn L. Fox, PhD

Editorial and Production

Managing Editor

David C. Smith

Manager, Production and Archives

Mary C. Steermann

Assistant Production Manager

David R. Wiegand

Medical Editor

Laura E. Goetz

Manuscript Coordinator

Adria R. Landy

Database Coordinator

Mike Bujewski

Production Coordinator

Susan Baim

Production Assistant

Courtney Astle

Desktop Publishing Assistant

Dena M. Lozano

Chief Medical Illustrator

Scott T. Barrows, CHI, FAMI



Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons
is an official journal of the

American Academy of Orthopaedic Surgeons®

Printed on acid-free paper

Amerikan Ortopedik Cerrahi Akademisi, JAAOS'nun İngilizce'den Türkçe'ye çevrilmesinde hiçbir rol üstlenmemiştir; hata, eksik ve/veya yanlışlıklardan ve/veya olası çeviri kayıplarından sorumlu tutulamaz.

Copyright © 2003 by the American Academy of Orthopaedic Surgeons. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means (electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise), without prior written permission from the publisher.

The material presented in the *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* has been made available by the American Academy of Orthopaedic Surgeons for educational purposes only. This material is not intended to present the only, or necessarily best, methods or procedures for the medical situations discussed, but rather is intended to represent an approach, view, statement, or opinion of the author(s), which may be helpful to others who face similar situations.

In accordance with AAOS policy, all individuals whose names appear as authors of articles published in the *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* must file a disclosure statement as part of the manuscript submission process. If an author discloses the receipt (by himself or herself or the department or institution with which he or she is affiliated) of something of value (i.e., any item, payment, service, or exchange valued at \$500.00 or more) from a commercial or other party related directly or indirectly to the subject of a manuscript, a statement to that effect appears as part of the affiliation statement in the published article.

Some drugs and medical devices demonstrated or discussed in Academy education programs or materials have not been cleared by the U.S. Food and Drug Administration (FDA) or have been cleared by the FDA for specific uses only. The FDA has stated that it is the responsibility of the physician to determine the FDA clearance status of each drug or device he or she wishes to use in clinical practice, and to use the products with appropriate patient consent and in compliance with applicable law. Furthermore, any statements about commercial products are solely the opinion(s) of the author(s) or advertisers and do not represent Academy endorsement or evaluation of these products. Author statements in this journal may not be used in advertising or for any commercial purpose.

The FDA has expressed concern about potential serious patient care issues involved with the use of polymethylmethacrylate (PMMA) bone cement in the spine. A physician might insert the PMMA bone cement into vertebrae by various procedures, including vertebroplasty and kyphoplasty. Orthopaedic surgeons should be alert to possible complications. PMMA bone cement is considered a device for FDA purposes. In October 1999, the FDA reclassified PMMA bone cement as a Class II device for its intended use "in arthroplastic procedures of the hip, knee, and other joints for the fixation of polymer or metallic prosthetic implants to living bone." The use of a device for other than its FDA-cleared indication is an off-label use. Physicians may use a device off-label if they believe, in their best medical judgment, that its use is appropriate for a particular patient (e.g., tumors). The use of PMMA bone cement in the spine is described in Academy educational courses, videotapes and publications for educational purposes only. As is the Academy's policy regarding all of its educational offerings, the fact that the use of PMMA bone cement in the spine is discussed does not constitute an Academy endorsement of this use.

Join the American Academy of Orthopaedic Surgeons as an International Affiliate Member today!



Enjoy these free benefits:

- Enjoy **free registration** at the **AAOS Annual Meeting** (now a \$800 value compared to \$600 previously!). Explore the latest in orthopaedics—all in one place and at one time.
- Receive a **free subscription** to the original English-language edition of the **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, published 6 times per year.
- Get free instant online access to **Orthopaedic Knowledge Online**—a dynamic library of current orthopaedic information and prevailing surgical techniques.
- Enjoy **pricing discounts** on your purchase of AAOS products, publications, and courses!

Get more information and submit your membership application:

DOWNLOAD:

www.aaos.org,
click "Member Services,"
then "International News,"
then "International Affiliate
Membership Information,"
then scroll down to
"download"

SUBMIT:

FAX: ++847-823-8024
e-mail: member@aaos.org
Mail: American Academy of
Orthopaedic Surgeons
6300 North River Road,
Rosemont, IL 60018-4262, U.S.A.
Attn: Member Services Dept.

PAY:

Your application and annual
dues of \$300 (U.S.) must be
received before 1 September
2004 to be valid for the 2005
Annual Meeting in Washington,
DC. Your benefits are valid for
12 months, beginning 1 May.



American Academy of Orthopaedic Surgeons®
Your source for lifelong orthopaedic learning



2000 – 2010

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi

Turkish JAAOS Board

Redaksiyon Kurulu Başkanı

Prof. Dr. Mahmut Nedim Doral,
Hacettepe University Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology & Chairman of the Dept. of
Sports Medicine, Ankara/Turkey
President of the "European Federation of
National Associations of Orthopaedic Sports
Traumatology - E.F.O.S.T."
President of The Turkish Society of Knee
Surgery, Sports Traumatology and
Arthroscopy,
*For Sports Traumatology, Arthroscopy &
Knee Surgery,*
mn-doral@bim.net.tr
phone: +90 532 212 07 85

Redaksiyon Kurulu Üyeleri

Prof. Dr. Remzi Tözün,
University of İstanbul Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, ÇAPA-İstanbul/Turkey
The President of The Turkish Society of
Orthopaedics and Traumatology
For arthroplasty related studies,
tasertozun@superonline.com
phone: +90 542 424 26 64

Prof. Dr. Ahmet Turan Aydın,
Akdeniz University Faculty of Medicine
Dept. of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, Antalya/Turkey
The Past President of The Turkish Society
of Knee Surgery, Sports Traumatology and
Arthroscopy
For orthopaedic oncology,
ataydin@superonline.com
phone: +90 532 256 81 38

Prof. Dr. Osman Güven,
Marmara University Faculty of Medicine
Head of The Department of Orthopaedic
Surgery and Traumatology, ALTUNIZADE
-İstanbul/Turkey
For spinal surgery,
oguvn@prizma.net.tr
phone: +90 532 234 44 07

Abdullah Eren M.D.,
SSK Göztepe Eğitim Hastanesi II. Ortopedi
Klinik Şef Yrd.
GÖZTEPE 81060-İstanbul/Turkey
The President of The Turkish Society for
Pediatric Orthopaedics,
For pediatric orthopaedic surgery,
aeren@mail.koc.net
phone: +90 532 242 30 05

Prof. Dr. Tanıl Esemeli,
Marmara University Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, ALTUNIZADE -
İstanbul/Turkey
The President of The Turkish Society of Foot
and Ankle Surgery,
For ankle and foot
tesemen@prizma.net.tr
phone: +90 532 313 31 50

Prof. Dr. Reha Tandoğan,
The Chairman of Başkent University
Department of Orthopaedic Surgery,
Ankara/Turkey
For knee surgery,
rehat@baskent-ank.edu.tr
phone: +90 533 316 79 51

Prof. Dr. Mehmet Demirhan,
University of İstanbul Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, ÇAPA-İstanbul/Turkey
Director of the study groups of post
graduate education of The Turkish Society
of Orthopaedics and Traumatology
"TOTBİD-TOTEK"
For shoulder and elbow related studies,
msdemirhan@hotmail.com
phone: +90 532 212 33 37

Prof. Dr. İzge Günel,
Dokuz Eylül University Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, İzmir/Turkey
For orthopaedic research,
izge.gunal@deu.edu.tr
phone: +90 532 432 04 79

Assoc. Prof. Gürsel Leblebicioğlu,
Hacettepe University Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, Ankara/Turkey
For hand and reconstructive microsurgery,
gursel@superonline.com
phone: +90 532 264 60 91

Assoc. Prof. Özgür Ahmet Atay,
Hacettepe University Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, Ankara/Turkey
For trauma and sports medicine,
oatay@yahoo.com
phone: +90 312 305 17 93

Onur Tetik, M.D., Instructor
Hacettepe University Faculty of Medicine
Department of Sports Medicine,
Ankara/Turkey
For sports medicine and research
onurtetik@yahoo.com
phone: +90 312 305 13 47-4019

Tolga Aydoğ, M.D., Ph.D., Instructor
Hacettepe University Faculty of Medicine
Department of Sports Medicine,
Ankara/Turkey
For physical medicine and rehabilitation
For physical therapy and rehabilitation
taydog@hacettepe.edu.tr
phone: +90 312 305 13 47-4019

Prof. Dr. Tarık Yazar
Ankara University Faculty of Medicine
Department of Orthopaedic Surgery and
Traumatology, Ankara/Turkey
For spinal surgery,
tyazar@bir.net.tr
phone: +90 312 310 54 56

Redaksiyon Komitesinden,

Değerli Meslekdaşlarım,

TOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) genel kurulu geçen ayın sonunda Ankara'da seçim ile yeni dönem çalışma grubunu ve 2004-2006 dönemi başkanını belirledi.

Ortopedi ve Travmatoloji ailemize başarılar diliyorum.

Önceki başkan Prof.Dr.Remzi Tözün, konuşmasında geniş bir çerçeve çizerek ulusal ve uluslararası faaliyet raporunu bizlere sundu ve gelişmeleri memnuniyetle izledik. Derneğimizin gelişmesinde büyük emekleri olan kurucu başkanımız Prof.Dr.Rıdvan Ege'ye teşekkürler ediyoruz..

Görüldüğü kadarıyla, Türk Ortopedisi dünya arenasında önemli bir yerde. Bord sınavları, derneğin düzenli eğitim çalışmaları, uluslararası makaleler ve dünya kongrelerine ev sahipliği yapmak gibi...

Özerk, yani TOTBİD'e bağlı olmayan derneklerimizden biri olan Türk Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Diz Cerrahisi Derneği ayrıca Omuz Dirsek Cerrahisi ve Omurga Cerrahisi Dernekleri de kendi uluslararası kongrelerini yapmaya devam etmektedirler.

Bu arada TOTBİD, kendi içinde özel dal şubelerini oluşturmuş ve çalışmalarına büyük bir hızla devam etmektedir.

Temenni ederiz ki, bundan sonraki başkanlar ve şube yönetim kurulları, buluşma adı altında gerçekleştirdikleri toplantıları tekelci düşünce ile değil, paylaşımcı bir görüş çerçevesinde organize ederler ve maddi girdileri dengeli bir şekilde paylaşırlar ve en önemlisi; derneğimizi, bilimsel doyum noktasına ulaşmış ve dünya ile entegrasyonunu geliştirmiş bir şekilde gelecek yönetimlere devrederler.

Önceden de belirttiğim gibi, ülkemizde yapılacak olan tüm uluslararası kongrelere var gücümüzle destek vermek zorundayız.

Önümüzdeki günlerde, Asya-Pasifik Diz Cerrahisi ve 7. Türk Spor Yaralanmaları Artroskopi ve Spor Yaralanmaları Kongresi, ASAMI, SICOT, ISAKOS 2007, EFORT 2008 ve muhtemel olarak 2011 EFORT kongreleri ülkemizde gerçekleştirilecektir.

Saygılarımla,
Prof. Dr. Mahmut Nedim Doral

Amerikan Ortopedik Cerrahlar Akademisi Dergisi

Gelecek sayıda

Tetra plejik Hastalarda el fonksiyonunun
yeniden sağlanması için konulan Noröprotezler

Delil-Bazlı Tıp.

Ficat Evre III ve IV Kalça Osteonekrozunda Tedavi

Metafizyel Fibröz Defektler

İntervertebral Disk Harabiyeti ve Bel Ağrısının Sebepleri

Heterotropik Os sifikasyon

Çocuklar için Fiziksel Rekabetli Sporlar

NSAID'lerin Kemik Oluşumu ve
Yumuşak Doku İyileşmesi Üzerine Etkileri

Çocuk ve Adolesanlarda Alt Bacak Deformitelerinin
Düzeltilmesi için İlizarov Metodu

Erişkinlerde Spinal Epidural Abseler

Kalkaneyus Kırıkları

Aletlerde Oluşan Baş Yaralanmalarına
Olay Yerinde Müdahale

Birçok Sıralı Saptayıcı Bilgisayarlı Tomografi (MDCT)

Georges Y. El-Khoury, MD, D. Lee Bennett, MD, ve Gerald J. Ondr, MD

1973 yılındaki ilk kullanımından buyana bilgisayarlı tomografi teknolojisi özellikle sürat ve çözünürlük alanında hızla gelişmiştir. Birçok sıralı saptayıcı bilgisayarlı tomografideki (MDCT) son gelişmeler sıralı saptayıcı diziliminin icadı etkili X ışını tüpü yüklenmesi, geliştirilmiş X ışın tüpünün ısı kapasitesi, kaygan halka konfigürasyonu ve hızlı bilgisayarların kullanılması sonucudur.

MDCT: İki ve üç boyutlu görüntülerden büyük hacimli verileri yüksek kalitede üretme yeteneğine sahiptir. Bu teknolojiyle her hasta için yüzlerce görüntü üretilebilir. İstenen veri seti kişisel imajlar yerine hacimsel olarak görüntülenir. İşlem sonrası değerlendirme istasyonları bu veri setlerini iki boyutlu çok eksenli oluşumlar ve üç boyutlu dominat akış modunda görüntüleme için zorunlu gerekliliktir. İki boyutlu çok eksenli yeniden formatlanmış görüntüler dikey ve yatay eksenlerde sınırlanmamış olup seçilen eksenden alınan veri seti ile yeniden oluşturulur.

MDCT Teknolojisi

MDCT'deki anahtar teknolojik gelişmeler; artırılmış X ışın tüpü rotasyon sürati (Bir saniye/rotasyondan 0.5 saniye/Rotasyona) ve artırılmış saptayıcı sayısıdır. Standart BT'de saptayıcılar hastanın kendi eksenine göre(X eksen) sıralanmıştır. MDCT'de ise saptayıcılar hem X eksen hemde hastanın uzun eksen (Z eksen) boyunca çok sayıda sıkıştırılarak dizilmiştir. Böylece her X ışın tüpü rotasyonunda 4-16 BT kesiti alınabilmektedir (Şekil 1). 2, 4, 6, 8, 16 saptayıcı görüntüleme aletleri ticari olarak mevcuttur. Ancak muskula ve skelatal sistemin hareket eden herhangi bir parçası olmadığı için 4 saptayıcı görüntüleme cihazları ortopedik çalışma için yeterlidir. İşlenmemiş veriler saptayıcı elemanlarından digital sorgulama sistemlerine ulaştırılır (Kanallar gibi). Çok kanallı helikal BT ve birçok sıralı saptayıcı BT terimleri değişimli olarak kullanılmaktadır. MDCT birçok durumlarda istenen hacmi belirgin şekilde artırırken görüntüleme zamanını da bir dakikanın altına indirmektedir. Konvansiyonel BT'de X ışını tüpü ve saptayıcılar elektrik kablolarıyla beslenir ve 180 derece rotasyon yapmaları sağlanır. MDCT içindeki kaygan halka teknolojisi kabin içindeki elektrik kablo gereksinimini ortadan kaldırmaktadır. Bu iletken metal

halkalar X ışın tüpü ve sıralı saptayıcıların yüksek süratte kesintisiz olarak ve kablo takılmasında olanak vermeden rotasyonunu sağlar. X ışını tüpü 0.5 saniyede 360 derece rotasyon yaparken kabin ortalama 13Gs'ye maruz kaldığı halde titreşim oluşmaz.

Konvansiyonel BT'de kullanılan X ışın tüpleri sınırlı ısı kapasitesine sahip oldukları için (Pelvis gibi) kalın vücut bölümlerinin görüntüleri alınırken sıklıkla tüp soğuması için birkaç kez görüntüleme durdurulmaktadır. Bundan dolayı son üretilen X ışın tüpleri ısınmadan kesintisiz görüntüleme yapabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bunlar konvansiyonel BT'ye göre belirgin şekilde yüksek ısı kapasitesine (7.5 Milyon HU) sahip olup daha süratli şekilde soğumaktadırlar. Dar açılı koni ışın oluşumuyla fan ışınından farklı olarak üretilen X ışını daha kullanışlı geometri oluştururken üretilen X ışınının çok daha yüksek oranının kullanımına olanak verir. Aynı zamanda her rotasyonda art arda kesintisiz olarak alınan BT kesitlerinde X ışını tüpü daha elverişli kullanılmaktadır. Böylece tüp ısınma problemleri ortadan kalkar.

Diğer bir belirgin teknolojik ilerleme ise 0.5 mm kalınlığında kesit alabilen yeni geliştirilen sıralı saptayıcılardır. Bu buluş izotropik görüntüleri gerçeğe çevirir. İzotropik görüntülemeye her vokselin (Hacim elemanı) ölçüleri veri setinde eşittir (Şekil 2). Herhangi bir düzlemdeki görüntü izotropik verilerle alansal rizölüsyon sayesinde orijinaliyle aynı şekilde yeniden formatlanabilir.

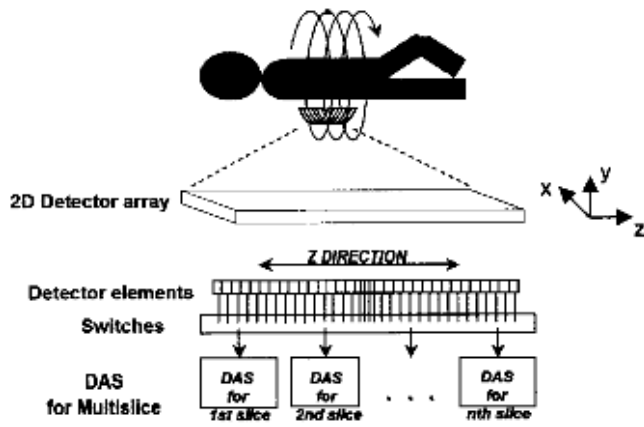
Dr. El-Khoury is Professor, Radiology and Orthopaedics, Department of Radiology, The University of Iowa College of Medicine, Iowa City, IA. Dr. Bennett is Assistant Professor, Department of Radiology, The University of Iowa College of Medicine. Dr. Ondr is Radiologist, Springfield Radiological Group, Springfield, MO.

None of the following authors or the departments with which they are affiliated has received anything of value from or owns stock in a commercial company or institution related directly or indirectly to the subject of this article: Dr. El-Khoury, Dr. Bennett, and Dr. Ondr.

Reprint requests: Dr. El-Khoury, University of Iowa College of Medicine, 200 Hawkins Drive, 3966 JPP, Iowa City, IA 52242.

Copyright 2004 by the American Academy of Orthopaedic Surgeons.

J Am Acad Orthop Surg 2004;12:1-5

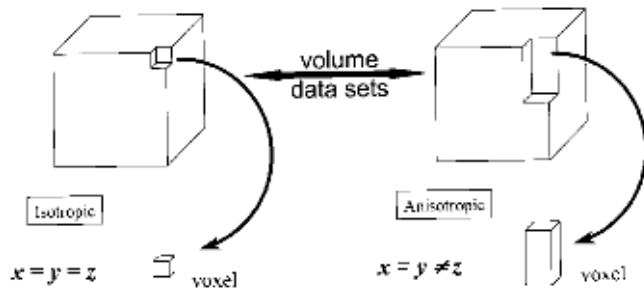


Şekil 1 Sıralı çok saptayıcı BT komponentleri (Çok kanallı helikal). Saptayıcılar, hem X hemde Z eksenlerinden sıkıştırılmıştır. DAS: Digital sorgulama sistemi. (Courtesy of Michael Vannier, MD, Iowa City, IA.)

MDCT'nin Avantajları

MDCT kompleks muskulo skateral problemi olan hastalar için gerekli olan belkide tek görüntüleme cihazıdır (Şekil 3). Bunun avantajları, kesintisiz azalmayan sürat, büyük hacimleri saptayabilme kabiliyeti, izotropik görüntüleme, azaltılmış hardware artefakları, yumuşak doku görüntüleme ve kolaylaştırılmış görüntü alabilmedir.

Artırılmış sürat daha az hareket artefaktı (İlerletilmiş temporal rizolüsyon) ve böylece daha az sedasyona gereksinim duyulur. Tek geçişli tüm vücut protokolu konvansiyonel sekmental yaklaşımdan daha hızlıdır. Bu durum özellikle multiple travmalı hastalarda önemlidir. Genişetilmiş tanımlama özellikle belirgin olmayan spinal kırıkların tesbitinde, yaygın

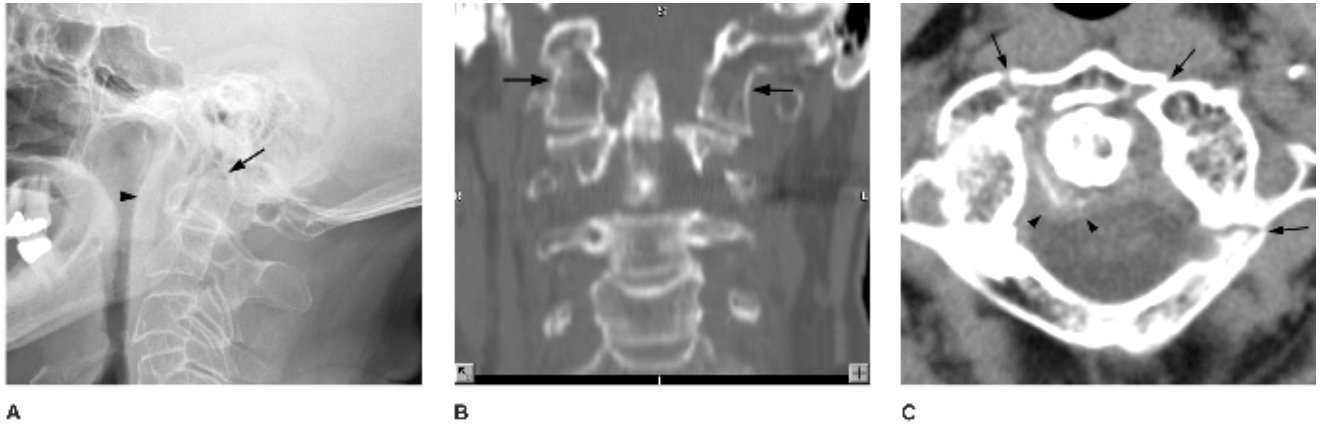


Şekil 2 İzotropik ve Anizotropik veri setleri. Voksel bütün kenarları aynı ölçüde olduğu zaman izotropikdir ($X=Y=Z$ gibi). Eğer kenarları eşit ölçülerde değilse voksel anizotropikdir ($X=Y \neq Z$). (Reproduced with permission from Buckwalter KA, Rydberg J, Kopecky KK, Crow K, Yang EL: Musculoskeletal imaging with multislice CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:979-986.)

konjenital vertebral anomalilerin ortaya çıkarılmasında ve geniş uzun kemik anormalliklerinin araştırılmasında faydalıdır. Tüm vücut görüntüleme 16 saptayıcı scanner ile baştan kalçaların altına kadar sadece 1 dakikanın altındaki bür süreyle görüntülenebilir. Görüntüleme sürati kesit kalınlığına, pitch ve saptayıcı sayısına bağlıdır. Pitch, kesit kalınlığı ve masa süratinin arasındaki orandır. Pitch kesit kalınlığına göre masa hareketinin daha fazla gittiği durumlarda yüksek çıkar. Yüksek pitch'de spirallerin dönmesi birbirlerinden uzaklaşır. Düşük pitch'de spiraller birbirlerine yakın dönerler (Şekil 1). Yüksek pitch ayarlamaları süratli kesit alma zamanı ve düşük doz ile çalışırken daha az detaylı görüntüler elde edilir. Düşük pitch ayarlamaları daha yavaş kesit alma zamanı daha yüksek doz ve daha kaliteli görüntüleme sağlar. Veriler kişisel kesitler olarak değilde hacim olarak toplanır ve daha sonra postprosesing ile kesitler şekline dönüştürülür.

Tek slice helikal BT, MDCT'nin atası olduğu halde ve yüksek kalitede düzenli eksensel görüntüler ürettiği halde sagittal ve koronal reformattaki görüntülerde merdiven basamaklı artefaklar oluşturmaltaydı. Gerçek izotropik görüntüleme submilimetrik kesit kalınlığı ve küçük izotropik voksellerden oluşan hacim taraması ile mümkün olmuştur. İzotropik görüntüleme iki boyutlu çok alanlı yeniden formatlanmış görüntülerin geniş alanda ve yüksek kalitede 3 boyutlu görüntü alınmasına olanak vermiştir. Ancak izotropik görüntüleme her zaman tecih edilmeyebilir. Çünkü görüntüler foton açlığından dolayı gürültüldür. Özellikle şişman hastalarda hızlı geçiş artefakları görüntülemeyi degrade eder. X ışın tüpü ayarlanan miktar kadar foton üretir. İnce kesitler isteniyorsa izotropik görüntülemeye olduğu gibi her kesit için daha az foton mevcut olacaktır. Böylece görüntülerde noktalanma oluşacaktır. Bazı üreticiler bu noktalanmayı kontrol etmek için görüntüleme oluşturma metodları geliştirmişlerdir. Diğerleri ise radyasyon dozunu artırarak her kesite düşen foton sayısını çoğaltmışlardır. Yakın İzotropik görüntüleme (Kesit kalınlığı 1-2 mm ve 0.5 mm aralıklarla görüntü oluşturulması) muskula skaletal görüntülemeye kullanılmaktadır. Bu daha az noktalanmış görüntü üretmekte ve iki planda kesit almayı ortadan kaldırmaktadır, ve sıklıkla daha eski Bilgisayarlı Tomografilerde ayak ve el bileğini değerlendirmede kullanılır. Yakın izotropik görüntüleme radyasyon dozunu azaltırken sürati artırır ve görüntü kalitesini bozamaz.

Yumuşak doku görüntülemesi daha çok MRI ile ve US ile yapılmaktaydı. Ancak MDCT MRI'nın bulunmadığı durumlarda veya vücut içinde metalik



Şekil 3 88 yaşında yaşlı bir kadın trafik kazası sonucu boyun ağrısıyla Acil Servis'e müracaat etti. **A)** Yan boyun grafisinde C1 ve C2 yönünde yumuşak doku şişliği (Ok başı). Densin ucu C1'e yaklaşmıştır. **B,** Koronal yeniden formatlanmış BT görüntüsü C1'in lateral oksipitalizasyonunu gösterir. **C,** Eksensel BT kesiti 3 parçalı Jefferson kırığını ve yumuşak dokulardaki kalsiyum pirofosfat dihidrat kümeleşmesini densin arkasındaki bölgede gösterir. Son bulgu ve C1'in oksipitalizasyonu darbeye bağlı değildir.

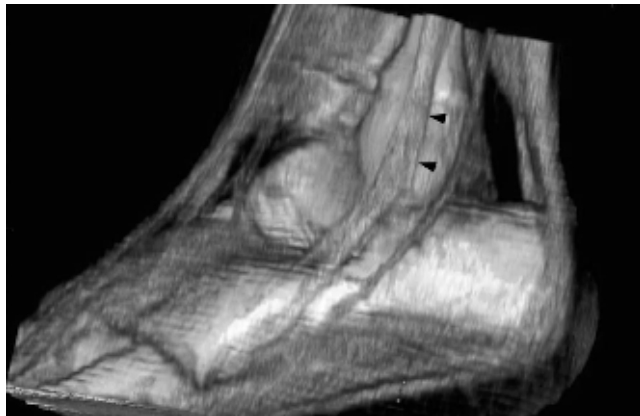
implant pacemaker veya şarapnel veya orbita içinde şarapnel olduğu durumlarda kontraendike olduğu için iyi bir seçenek olmaktadır. MDCT özellikle intervertebral disk anormallikleri artiküler kartilaj ve tendon problemlerinin ortaya çıkarılmasında faydalıdır. Bizim kuruluşumuzdaki bir pilot çalışmada ayak bileği artrografisi sonrası yapılan MDCT'nin eklem kartilaj kalınlığının tesbit edilmesinde tek başına yapılan MRI'dan daha doğru sonuç verdiği görülmüştür. Tendon görüntülenmesi MRI'la etkili bir şekilde bazende US'la yapılabilmektedir. Birçok ortopedik cerrah için ultrasonografik görüntüleri yorumlamak MRI'a göre daha zordur. Ne MRI nede US cerrahi yaraları olan veya bakılacak bölgede

açıklasasyonları olan veya metal implantları olan kişilerde kullanılmamalıdır. Bağımsız çalışma istasyonları çok süratli şekilde 3 boyutlu hacimsel görüntüleri sağlayabilmektedir (Şekil 4).

Veri Setinin Sentezlenmesi

3 boyutlu yüzey ve hacim indirgeyiciler anatomik ilişkileri temiz şekilde göstermek için kullanılırlar. 3 boyutlu yüzey indirgeyici bir yapının yüzeyinden fotoğraf almaya benzer: BT verisi yapının dış kabuğunu göstermek üzere dönüştürülür. Hacim indirgeyici ise görüntülenen yapının 3 boyutlu transparan sunumudur ve her voksel görüntüye katkı yapar. Hacim indirgeyici muskulo skateral görüntüde yüzey indirgeyicinin yerini almıştır. Transparanlığın ve ışığın değişken olmasından dolayı 3 boyutlu hacim indirgeyici görüntüler en iyi şekilde renkli olarak görülürler.

Kıvrımlı yapılar veya eksensel alan üzerine oturmeyen yapılar görüntü serilerinde kısmal olarak gösterilebilirler. 2 boyutlu çok alanlı reformatlı görüntülemenin sağlanmasıyla birlikte multi travmalı hasta BT masasında herhangi bir pozisyonda rahatça yatırırken yüksek kalitede 2 boyutlu çok alanlı reformatlanmış görüntüsü alınır ve herhangi bir alandaki yapılar yanındaki dokularla aynı görüntü içerisinde karşılaştırılabilirler. Belirgin anatomik ilişkiler düzgün görüntüleme alanıyla ortaya çıkarılır. Örneğin; kırık hattı en iyi şekilde 2 boyutlu çok alanlı reformatlanmış görüntünün kırık alanına dik şekilde uygulanması ile gösterilir.



Şekil 4 3 boyutlu hacim indirgenmiş BT görüntüsü 12 yaşındaki çocukta tarsal koalisyonla birlikte peronayal tendonların lateral çıkığını gösterir.



Şekil 5 Travma hastasındaki sternal kırığı ortaya çıkarmak için alınan MDCT görüntüsü. A, Sagittal görüntü a noktasının X işaretleri boyunca çizilen sternumdaki kıvrılmış alan rekonstrüksiyonu için oluşan çizgiyi gösterir. B, Kıvrılmış alan reformatlanmış görüntünün tüm sternumda hiçbir anormallik olmadığını gösterir.

Kıvrımlı yapıların (Skolyotik spine, klavikula kostalar, sternun) eksensel görüntülerini ortaya çıkarmak oldukça zordur. Çünkü bunlar nokta ve parçacıklar şeklinde görüntüleneceklerdir (Şekil 5). Kıvrımlı alan reformasyonu bu yapıların kesintisiz parçalarını göstermek için ideal sentezleme tekniğidir.

Bu görüntüler sağlanır çünkü her yapılandırılmış kesit alanı kıvrılmış yapı boyunca yatırılmaktadır. 2 ve 3 boyutlu bölge oluşturma isteği karışık yapıların ortadan kaldırılması ve özellikle asetablum, tibia plato, tibia plafont ve distal radiusdaki intra-artiküler kırıkların görüntüsünün iyileştirilmesi içindir. Devamlılığı sağlanmış karşılıklı artiküler yüzeylerin çalışması kırık bölgesinin bloke olmaması 3 boyutlu görüntüsünü sağlar (Şekil 6).

MDCT Endikasyonları

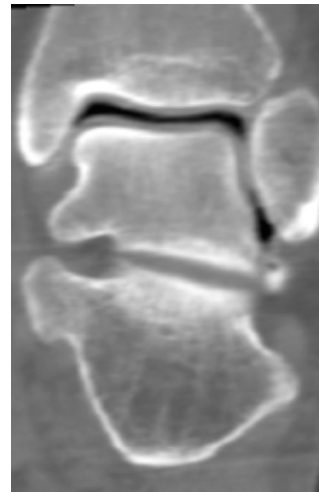
MDCT muskulo skletal sistemin çağ açıcı görüntüleme cihazıdır. BT protokolleri yeniden yazılmıştır ve imaj görüntüleri radikal olarak değişmiştir. Örneğin; tipik servikal spine MDCT çekimi 300-600 imajdan oluşmaktadır. Hard copy imajları istendiği zaman her



Şekil 6 Asetablumun 3 boyutlu görüntüsü hastanın sol tarafından astebular tavana bakıldığı şekilde alınmıştır. Femur başı astebular tavanın temiz görüntüsünü elde etmek için silinmiştir. Transfers kırık temiz olarak gösterilmektedir (Oklar).

üç dört imaj veya seçilmiş temsil edilen imajlar basılabilir. Ancak genellikle cerrah değerlendirmeleri gözden geçirip cerrahi girişim planlarını çalışma istasyonunda yapmaktadır. Zor vakalar için tümörler ve astebular kırıklar gibi süratli prototipleme (Mum/plaster modeller gibi) elde edilebilir.

MDCT konvansiyonel tomografi ve tek kesitli hedikal tomografide yer alan bütün endikasyonlarda kullanılabilir. Ancak MDCT metal artefakları maskeleyebilme kabiliyetinden dolayı endikasyonları metal fiksasyon cihazları ve implantları bulunan hastaların değişik hastalık durumlarında değerlendirilmelerine olanak vermektedir. MDCT yumuşak doku görüntülemesinden özellikle tendon menisküs ve artiküler kartilaj gibi dokularda konvansiyonel tomografiye göre endikasyonları daha çoktur. Menisküsler ve kırıkdağlar artrografi sonrası MDCT ile değerlendirilmişlerdir. (Şekil 7)



Şekil 7 Çift kontrastı MDCT artrogram ile yapılmış artiküler kartilaj bu koronal yeniden formatlanmış ayak bileği görüntüsü normal artiküler kartilajı göstermektedir. Ayak bileklerine disraksiyon cihazı artiküler yüzeylere ayırmak için görüntülenmeden önce uygulanmıştır.

MDCT acil servis bölümlerinde bel pelvis, astebulum ve ekstremitelerin kompleks kırıklarını ortaya çıkarmak için yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bir çok acil serviste yüksek riskli (Çok hasta, politravma gibi) hastaların değerlendirilmesinde konvansiyonel radyografiyi ortadan kaldırmış ve standart hale gelmiştir. Bilgisayarlı Tomografi uygulamaları rutin olarak operasyon öncesi değerlendirmelerde ve diz, ayak bileği, ayak, omuz, dirsek ve distal radiusun çok parçalı eklem içi kırıklarında takip amacıyla kullanılmaktadır.

MDCT'nin Hardware görüntüleme kabiliyetinden dolayı komplike cerrahi girişimlerin kaynamamış kırıkların cerrahi füzyonların ve hardware bozukluğu durumlarında takip amaçlı güçlü bir cihazdır. Fotofenik delikler tarafından oluşturulan metal artefaklar tomografi görüntülerinden yanık lekeleri şeklinde ortaya çıkarlar. MDCT'deki artefak redüksiyonunu birçok faktör etkilemektedir. Bunlar saptayıcıyı oluşturan elemanların oluşumu görüntüleme parametreleri ve imaj rekonstrüksiyon softwareıdır. Diğer önemli faktör ise hardware kompozisyonudur: kobal krom alaşımları belirgin artefaklar bırakırken titanyum minimal artefaka sebep olur. Hardware'ın uzun eksen boyunca görüntüleme belirgin artefaklar oluşturur.

Radyasyon Dozu

MDCT normal radyografide kullanılan dozdan çok daha yüksek dozu hastaya vermektedir. Rybichki ve

arkadaşları yaptıkları çalışmada helikal tomografiyle normal radyografiyi servikal spine üzerine uygulamışlardır ve tomografi dozunun radyografiye göre on dört kez daha yüksek olduğunu tesbit etmişlerdir. MDCT'nin diğer bir eksisi ise karışık teknolojili olması ve uygunsuz yüksek dozda ışının dağılmasındaki belirgin risktir. Özellikle pediatrik hastalarda doz seviyesi çok önemlidir. X ışın tüpünün geliştirilmiş online şimdiki modülasyonu vücudun şekli ve büyüklüğüyle ilişkili olarak vücut parçasının alacağı dozu %30-50 oranında azaltmaktadır. Daha gelişmiş cihazlar görüntüsü alınacak her yapı için özel görüntüleme teknikleri sağlamaktadır. Bu kabiliyeti sayesinde pelvise kullanılan teknikteki dozun elbileğine uygulanması önlenmektedir. 16 kesitli scannerler 4 kesitli scannerlerden daha iyi doz ayarlamasıyla çalışmaktadırlar. Böylece daha düşük radyasyon dozu ortaya çıkmaktadır.

Özet

MDCT kuvvetli bir görüntüleme cihazı olarak kabiliyeti artırılmış sayıdaki saptayıcıları ve geliştirilmiş sentezleme teknikleriyle genişlemeye devam etmektedir. Sürati ve geniş hacim kaplaması multitravmalı hastaların görüntülenmesi için idealdir. Bozulmamış görüntü kalitesinin fiksasyon aletleri ve metalik implantların varlığında dahi MDCT'yi iskeletal, yumuşak doku ve kırık hasarlarının tesbitinde ideal kılmaktadır.

Kaynaklar

1. Mahesh M: Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002;22: 949-962.
2. Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH: Four multidetector-row helical CT: Image quality and volume coverage speed. *Radiology* 2000;215:55-62.
3. Dawson P, Lees WR: Multi-slice technology in computed tomography. *Clin Radiol* 2001;56:302-309.
4. Cody DD: AAPM/RSNA physics tutorial for residents: Topics in CT. Image processing in CT. *Radiographics* 2002;22:1255-1268.
5. Kalender WA: Thin-section three-dimensional spiral CT: Is isotropic imaging possible? *Radiology* 1995;197:578-580.
6. Buckwalter KA, Rydberg J, Kopecky KK, Crow K, Yang EL: Musculoskeletal imaging with multislice CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176:979-986.
7. Pelc JS, Beaulieu CF: Volume rendering of tendon-bone relationships using unenhanced CT. *AJR Am J Roentgenol* 2001;176: 973-977.
8. Kuszyk BS, Heath DG, Bliss DF, Fishman EK: Skeletal 3-D CT: Advantages of volume rendering over surface rendering. *Skeletal Radiol* 1996;25:207-214.
9. Rybicki F, Nawfel RD, Judy PF, et al: Skin and thyroid dosimetry in cervical spine screening: Two methods for evaluation and a comparison between a helical CT and radiographic trauma series. *AJR Am J Roentgenol* 2002;179:933-937.
10. Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE: Response to the statement by The Society for Pediatric Radiology on radiation risks from pediatric CT scans. *Pediatr Radiol* 2001;31: 389-391.
11. Kalender WA, Wolf H, Suess C: Dose reduction in CT by automatically adapted tube current modulation: II. Phantom-measurements. *Med Phys* 1999;26:2248-2253.