

YENİ ZELANDA TAVŞANLARINDA DİZ EKLEMİNİN BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ VE MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLERİNDEN ÜÇ BOYUTLU VERİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özlem AKKOYUN SERT¹, Emrullah EKEN²

ÖZ

Amaç: Çalışmanın amacı, Yeni Zelanda tavşanlarında diz eklemine oluşturan anatomik yapıların manyetik rezonans görüntülerinin analizleri ile bilgisayarlı tomografi çıktılarının üç boyutlu modellerini ortaya koymaktır.

Yöntem: İki cinsiyetten toplam 16 adet ergin Yeni Zelanda tavşanı kullanıldı. Diz eklemlerinin yüksek çözünürlüklü Manyetik rezonans ve bilgisayarlı tomografi görüntüleri elde edildikten sonra hayvanlar usulüne göre öldürüldü. Bilgisayarlı tomografiden elde edilen aksiyal görüntüler üç boyutlu program yüklenen bilgisayara aktararak rekonstrüksiyon gerçekleştirildi. Rekonstrükte edilen görüntülerin biyometrik ölçümleri bu program sayesinde otomatik olarak ölçüldükten sonra istatistik analizi yapıldı.

Bulgular: MR görüntülerinde diz eklemesindeki menisküs ve çapraz bağların diğer memelilerinkine benzerlik arz etmekte birlikte Yeni Zelanda tavşanlarında patellanın kalın bir yağ kitlesi içerisine gömülü olduğu ve diz eklemine caudalinde 3 adet sesamoid kemiği tespit edildi. Aynı cinsiyetin sağ ve sol diz eklemesindeki karşılıklı kemikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar kaydedildi. ($p<0.05$).

Sonuç: Yüksek teknoloji de kullanılarak elde edilen bulguların diz eklemi üzerinde gerçekleştirilecek deneysel çalışmalara zemin teşkil etmesinin yanı sıra anatomi alanına modern bir açılım sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Bilgisayarlı tomografi, Diz eklem anatomisi, Manyetik rezonans, Tavşan, Üç boyutlu rekonstrüksiyon.

¹ Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Konya, Türkiye ozlem.sert@karatay.edu.tr ORCID: 0000-0002-6053-2418

² Prof. Dr., Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Anatomi Bölümü, Konya, Türkiye eken@selcuk.edu.tr ORCID: 0000-0001-7426-5325

Makale gönderim tarihi: 12.10.2023

Makale kabul tarihi: 22.01.2024

Künye Bilgisi: Akkoyun Sert, Ö., Eken, E. (2024). Yeni Zelanda Tavşanlarında Diz Eklemine Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Görüntülerinden Üç Boyutlu Verilerinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 5(1), 70 – 78.

Evaluation of Three-Dimensional Data from Computerized Tomography and Magnetic Resonance Images of The Knee Joint in New Zealand Rabbits

Abstract

Aim: This study was performed to reveal the bone related-biometric peculiarities and threedimensional modellings of multidetector computed tomography (MDCT) outputs in addition to the analyses of dissection and magnetic resonance images of the anatomical structures of the knee joint in the New Zealand rabbits.

Method: A total of 16 adult New Zealand rabbits of both genders were used. After being obtained high resolution-MR-MDBT images of the knee joints, the animals were killed by conventional methods and then dissected their articular regions. Transferring to a personal computer in which the 3D modelling software, the axial images obtained from MDBT were reconstructed. All biometrical measurements of the reconstructed images were automatically calculated by this program to analyze statistically.

Findings: Based on the dissection and MR images, although the menisci and cruciate ligaments of the knee joint in the New Zealand rabbits resembled to the other mammals, we recored that patella was buried in a mass of thick fat and that the 3 sesamoid bones existed caudal to the knee joint. The present study showed that the corresponding bones in the right and left knee jonts of same genders had statistically significant differences ($p<0.05$).

Results: It is thought that the findings obtained using high technology will provide a basis for experimental studies on the knee joint, as well as provide a modern expansion to the field of anatomy.

Keywords: Computed tomography, Knee joint anatomy, Magnetic resonance, Rabbit, Three-dimensional reconstruction.

1. GİRİŞ

Teknik ilerlemelerle birlikte anatomik bilginin cerrahi ve klinik uygulamalara yansması, birçok hastalığın teşhisinin yanı sıra cerrahi ve medikal tedavilerine de yeni ve modern bir boyut getirmiştir. Ağrısız, noninvazive, iyonize radyasyon kullanımı gerektirmeyen ve hiçbir zararlı biyolojik etkisi olmayan Manyetik rezonans (MR) görüntüleme tekniği post-travmatik diz eklemde kemiksel yapıların ve özellikle yumuşak dokuların değerlendirilmesinde önemli bir modalitedir. (Van Heuzen 1988, Boeve ve ark 1991). Son yıllarda diz eklemiyle ilgili bilimsel çalışmalarda MR kullanımı önemli bir yer teşkil etmektedir (Raunest vd.,1991, Sproule vd., 2005).

Bilgisayarlı tomografi (BT)'nin hastalıkların teşhisinde ve özellikle kemiksel anatomik yapıların değerlendirilmesinde baskın rol oynadığı kaçınılmaz bir gerçektir. Son yılların teknolojik bir ürünü olan multidedektör bilgisayarlı tomografi (MDBT), saniyeler içerisinde yüzlerce multiplanar (transversal, longitudinal, horizontal, oblik) iki boyutlu görüntüleri ortaya koyabilmektedir. Elde edilen bu görüntüler de geliştirilmiş olan bilgisayar programları yardımıyla üç boyutlu hale getirilebilmektedir (Hu vd., 2000). Araştırmalar bu programların doku-sınır geometrisinin vektör tabanlı ve matematiksel açılımını sağlayarak dokuların üç boyutlu geometrik modellerini de oluşturduğunu ve bu modellerin son yıllarda plastik cerrahi, hücre bilimi, sinir cerrahisi, ortopedik cerrahi gibi alanlarda eğitim amaçlı kullanıldıklarını göstermektedir (Krupa vd., 2004, Cernochova vd., 2005, 2007).

Diz eklemi, vücuttaki en karmaşık eklemlerden biri olmasının yanı sıra, en fazla yaralanmalara maruz kalan bir eklemdir. Diz eklemi yaralanmalarının çoğu ya menisküs deformasyonu ya da çapraz bağ rüptürleridir (Cruess vd., 1987, Kornick vd., 1990). Tavşan diz eklemi üzerinde günümüze kadar yapılan anatomik çalışmalara bakıldığında mevcut bilgilerin MR, BT vb. cihazlardan elde edilen görüntülerin değerlendirilmesine çok az katkıda bulunduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmamız; MR görüntülerinin analizi ve MDBT görüntülerinin modellenmesiyle tavşan diz eklemine üç boyutlu anatomik özellikleri ve biyometrik ölçümlerine odaklanmıştır.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Çalışmada yaşları 1,5-2 yıl, ağırlıkları 3,5-4 kg arasında değişen her iki cinsiyetten toplam 16 adet Yeni Zelanda tavşanı kullanıldı. Diz eklemlerinin yüksek çözünürlüklü MR ve MDBT görüntüleri elde edildi. Görüntüleri alınacak hayvanlar 5 mg/kg ketamine-HCl (KetamidolTM RicherPharma AG, Wels, Austria) ve 20 mg/kg propofol (PropofolTM amp., Fresenius Kabi, Austria) karışımıyla intravenöz olarak anestezi edildi. Anestezi altında, prone pozisyonundaki hayvanların MR ve MDBT görüntüleri elde edilmeye

çalışıldı. MR cihazından (Siemens Symphony 1,5 Tesla Magnetom, Siemens Medical Systems, Erlangen, Germany) elde edilen T1 ağırlıklı sagittal ve T2 ağırlıklı coronal data görüntü analizi için kullanıldı. MR parametrelerinde görüş alanı, 16 cm; tekrar zamanı, 19.2 milisaniye; echo zamanı, 9.5 milisaniye; flip açısı = 30°; rezolasyon, 512 x 512 pixel; rezolasyon aralığı, 0.31 x 0.31mm²; kesit kalınlığı 2 mm olarak ayarlandı. Kullanılan MDBT (Somatom Sensation 64; Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) cihazının parametreleri; fiziksel detector collimation, 32 x 0.6 mm; nihai kesit collimation, 64 x 0.6 mm; kesit kalınlığı, 0.75 mm; gantry rotasyon zamanı; 330 msec; kVp; 120; mA, 300; rezolasyon, 512 x 512 pixel; rezolasyon aralığı, 0.92 x 0.92 olarak ayarlandı. Femur'un distal 1/3'ü ve tibia'nın proximal 1/3'ü arasındaki bölge tarandı. Dolayısıyla geometrik modellere ilgili kemik kısımları da dahil edildi. Doz parametreleri ve taramalar, standart protokoller ve literatür (Prokop 2003, Kalra ve ark 2004) esas alınarak gerçekleştirildi.

Elde edilen axial görüntüler DICOM formatında stoklandıktan sonra üç boyutlu modelleme programı (3D-DOCTOR, Ay Tasarım Ltd., Ankara, Türkiye, <http://www.aytasarim.com>) yüklenen kişisel bir bilgisayara aktarıldı. Bu çalışmada görüntülerin üç boyutlu rekonstrüksiyonu için literatür (Bazille ve ark 1994)'deki gibi elle düzeltilmiş otomatik segmentasyon prosedürü esas alındı. Manuel düzeltme süreci her görüntü için 3–5 dakika aldı. Yarı-otomatik segmentasyon sürecinin ilk aşamasında kemik sınırları otomatik olarak tespit edildi. Otomatik sınır segmentasyonundan sonra, kemik üzerinde düzgün pozisyonlandırılmayan noktalar, interaktif sınır düzeltme rutin (Interactive boundary editing routine)'i ile bilgisayar mouse'u ile nokta nokta manuel olarak düzeltildi. Manuel düzeltme çıplak gözle tekrar kontrol edildikten sonra, kemik yüzeylerinin düzeltilmiş olan tüm sınırları stoklanarak üst üste bindirildi ve adı geçen programın üç boyutlu çevirici bileşeni (3D rendering component) ile rekonstrüksiyon gerçekleştirildi. Diz eklemi oluşturulan kemiklerin (sesamoid kemikler dahil) hacimleri üç boyutlu programla otomatik olarak ölçüldü.

İstatiksel Analiz

İstatistiksel analiz; SPSS 9.0 bilgisayar paketi (SPSS 9.0, SPSS Inc. Corp, Chiago, IL, USA) kullanılarak gerçekleştirildi. İstatistikî önem; $p < 0.05$ olarak kaydedildi. Hacim ölçüleri t testiyle analiz edildi.

3. BULGULAR

MR Görüntüleri incelendiğinde, T-1 ağırlıklı sagittal görüntülerin diz eklemının lateral tarafından başladığı ve eklem boyunca medial olarak devam ettiği ve diz eklemının yumuşak dokularının anatomik detaylarını verdiği tespit edildi. Epifizin metafiz ve diafiz bölgelerinden ince bir çizgi ile ayrıldığı görüldü. Düşük

sinyal veren (hypointens) görüntülerin siyah olduğu, yüksek sinyal veren görüntülerin (hyperintens) ise beyaz olduğu gözlemlendi. Menisküsler, ligamentöz yapılar, kompakt kemik, eklem kapsülü ve synovial sıvının siyah görüldüğü kaydedildi.

Eklem kıkırdağı ve kasların orta sinyal verdikleri için gri görüldükleri belirlendi. Infrapatellar yağ yastığı, diz eklemının cranial'inde yer alan synovial sıvı içinde üçgen şeklinde görüldü. Adı geçen yağ yastığı ve yağ içeren diğer dokuların parlak beyaz görüldüğü saptandı. Sagittal kesitlerde, femur'un condylus medialis'i, ligamentum (lig.) cruciatum craniale et caudale, meniscus medialis'in cranial ve caudal parçalarının rahatlıkla gözlemlendiği kaydedildi. Femur'un cranial'inde patella'nın yerleştiği, ince bant şeklinde görülen lig. patellae'nın tuberositas tibiae'da sonlandığı belirlendi. Eklem kıkırdağının orta sinyal intensite göstererek art. catilaginea'dan siyah bir çizgi ile ayrıldığı tespit edildi. Femur ve tibia'nın eklem kıkırdağı açık bir şekilde subkondral kemikten siyah bir çizgi ile ayrıldığı gözlemlendi.

T2 ağırlıklı coronal görüntülerde lig. collaterale laterale et mediale'nin rahatlıkla görüldüğü tespit edildi. Cranial'den caudal'e doğru elde edilen görüntülerde cranial'e yakın olanlarında condylus femoris'ler, condylus'lar arasındaki alanda lig. cruciatum craniale et caudale'ler saptandı. Caudal'e yakın elde edilen görüntülerde ise meniscus medialis, lig. collaterale laterale et mediale gözlemlendi. Caput fibula'nın tibia ile eklemleştiği, lateral meniscus ve lig. collaterale laterale'nin rahatlıkla gözlemlendiği kaydedildi. Gerek sagittal görüntülerde gerekse coronal görüntülerde lig. cruciatum caudale, lig. cruciatum craniale'ye nazaran daha kalın görüldüğü tespit edildi. Bu durumun da lig. cruciatum caudale'nin diğerine kıyasla daha kalın şekillenmesinden kaynaklandığı kanısına varıldı.

MDBT görüntülerinin üç boyutlu rekonstrüksiyonu sonucunda elde edilen istatistik sonuçlarına bakıldığında aynı cinsiyetin sağ ve sol diz eklemindeki karşılıklı kemikleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar kaydedildi ($p<0.05$) (Tablo 1).

Tablo 1: MDBT Görüntülerinin Erkek ve Dişi Yeni Zelanda Tavşanlarında Sağ ve Sol Diz Eklemine Ait Kemiklerin Volümetrik Parametrelerin Cinsiyet İçerisinde Karşılaştırılması

	Erkek (n= 8) Hacim (mm ³)		Dişi (n=8) Hacim (mm ³)	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Os sesamoid Musculus Poplitei	30,06 ± 1,68*	34,68 ± 1,78*	13,56±1,77	15,17±1,82
Os sesamoid Musculus Gastrocnemius medialis	40,21 ± 1,97*	46,22 ± 2,06*	29,14±1,92	32,00±1,95
Os sesamoid. Musculus Gastrocnemius lateralis	101,19 ± 2,25*	94,14 ± 2,10*	69,55±2,09*	78,01±2,08*
Patella	73,22 ± 2,04*	67,47 ± 1,82*	71,09±2,19*	62,11±1,97*
Condylus Lateralis	328,41 ± 2,29	325,61 ± 2,35	303,71±2,39*	267,33±2,48*
Condylus Medialis	340,31 ± 2,49	334,36 ± 2,40	295,66±2,71*	255,26±2,6*BT

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma. *p<0.05 (istatistiksel açıdan önemi ifade eder)

MDBT görüntülerinin üç boyutlu rekonstrüksiyon sonucunda elde edilen istatistik sonuçlarına bakıldığında farklı cinsiyetteki tavşanların aynı ekstremitedeki eklemi oluşturan kemikler arasında da önemli istatistiksel farklar tespit edildi (p<0.05). (Tablo 2)

Tablo 2: MDBT Görüntülerinin Erkek ve Dişi Yeni Zelanda Tavşanlarında Sağ ve Sol Diz Volümetrik Parametrelerin Cinsiyetler Arası Karşılaştırılması

	Sağ Diz Eklemi Hacim (mm ³)		Sol Diz Eklemi Hacim (mm ³)	
	Erkek (n=8)	Dişi (n=8)	Erkek (n=8)	Dişi (n=8)
	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS	Ort ± SS
Os sesamoid Musculus Poplitei	30,06 ± 1,68*	13,56 ± 1,77*	34,68 ± 1,78*	15,17 ± 1,82*
Os sesamoid Musculus Gastrocnemius medialis	40,21 ± 1,97*	29,14 ± 1,92*	46,22 ± 2,06*	32,00 ± 1,95*
Os sesamoid Musculus Gastrocnemius lateralis	101,19 ± 2,25*	69,55 ± 2,09*	94,14 ± 2,10*	78,01 ± 2,08*
Patella	73,22 ± 2,04*	71,09 ± 2,19*	67,47 ± 1,82*	62,11 ± 1,97*
Condylus Lateralis	328,41 ± 2,29	303,71 ± 2,39*	325,61 ± 2,35*	267,33 ± 2,48*
Condylus Medialis	340,31 ± 2,49	295,66 ± 2,71*	334,36 ± 2,40*	255,26 ± 2,60*

Ort: Ortalama, SS: Standart sapma. *p<0.05.

4. TARTIŞMA

Çalışma sonuçlarına göre yüksek teknoloji kullanılarak elde edilen bulguların diz eklemi üzerinde gerçekleştirilecek deneysel çalışmalara zemin teşkil etmesinin yanı sıra anatomi alanına modern bir açılım sağlayacağı sonucu düşünülmüştür.

Yeni Zelanda tavşanlarında diz eklem, ligament ve sesamoid kemiklerinin düzeni ve konformasyonunun araştırmacıların (Orhan vd., 2005) kaydettiği bulgularla paralellik göstermiştir.

Fitch vd., (1995)'i *carnivor*'larda femur'un fossa intercondylaris bölgesini tanımlamış ve lig. cruciatum craniale'nin fossa intercondylaris'de derin bir boşluk oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, femur'un fossa intercondylaris'inin Yeni Zelanda tavşanlarında daha sık olduğu ve lig. cruciatum craniale için kavitenin olmadığı tespit edildi.

Bland ve Doreen (1997)'in kemirgen ve tavşanlarda kaydettiği *musculus (m) quadriceps femoris*'in internal yüzündeki *cartilago suprapatellaris* adlı fibrocartilaginöz bir yapının Yeni Zelanda tavşanlarında da mevcut olduğu diseksiyon esnasında tespit edildi. Bu yapının adı geçen araştırmacıların ifade ettikleri gibi bu türlerin zıplama kabiliyetini artırabileceği öngörüldü.

Bu çalışmada patella'nın ventral'inde araştırmacıların (Orhan vd., 2005) tespit ettiği gibi *corpus adiposum infrapatellare* gözlemlendi. Bu bulgu yağ kitlesinin zıplama esnasında, yastık vazifesi görerek eklem yüzlerine gelen basıncı minimize etmek suretiyle eklem yüzlerinin aşınmasını önlediği, çapraz bağ, menisküs ve diğer eklem ligamentlerinin zarar görmelerini engellediği düşünülmektedir.

MR görüntüleri incelendiğinde; çapraz bağların hem T1 ağırlıklı sagittal görüntülerde hem de T2 ağırlıklı coronal görüntülerde rahatlıkla görülmesine rağmen *collateral ligamentler* sadece T2 ağırlıklı coronal görüntülerde gözlemlendi.

Gerek diseksiyonlarda gerek MR görüntülerinde gerekse MDBT'den elde edilen rekonstrüksiyon görüntülerinde, *carnivor*'larda (Bohensky 1979, Evans ve Christensen 1979) ve diğer tavşan (Barone vd., 1973, Orhan vd., 2005) türlerinde olduğu gibi Yeni Zelanda tavşanlarında da *art. genus*'nun *caudal*'inde *os sesamoideum m. gastrocnemius lateralis*, *os sesamoideum m. gastrocnemius medialis* ve *os sesamoideum m. poplitei* adlı üç adet sesamoid kemiği tespit edilmiştir. Bu kemiklerin makara görevi görerek hem eklem gelen yükü hafiflettiği hem üzerindeki ligamentlerin kemikleri aşındırmasını engellediği, hem de tavşanın çok az bir enerjiyle daha ileri zıplamasına katkı sağladığı öngörülmektedir.

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada Yeni Zelanda tavşanının diz eklemi görüntüleme yöntemleri (MDBT ve MR) kullanılarak incelenmiştir. MR görüntülerinde diz eklemdeki menisküs ve çapraz bağların diğer

memelilerinkine benzerlik göstermektedir. Yeni Zelanda tavşanlarında patella'nın kalın bir yağ kitlesi içerisine gömülü olduğu ve diz eklemine caudal'inde 3 adet sesamoid kemiği tespit edildi. MDBT sonuçlarına bakıldığında aynı cinsiyetin sağ ve sol diz eklemineki karşılıklı kemikleri arasında istatistiksel açıdan önemli farklılıklar kaydedildi. Ayrıca farklı cinsiyetteki tavşanların aynı yöndeki eklemi oluşturan kemikleri arasında da önemli istatistiksel farklar tespit edildi. Bu sonuç dikkate alındığında; hemen hemen aynı ağırlıktaki farklı cinsiyetteki hayvanlardan erkek olanların kemik yapılarının daha gelişmiş olduğunun iddia edilebileceği kanaatine varıldı.

Son zamanlarda kullanılan bu modern görüntüleme teknikleri ve üç boyutlu anatomik verilerin klinik anatomi eğitimi açısından kullanışlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın limitasyonları hayvanların transferinde oluşan problemler, görüntüleme tekniklerinin uzun süreli olması idi.

Destekleyen Kuruluş

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (SUBAP, 06202028) tarafından desteklenmiştir.

Çıkar Çatışması

Yazarların herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

Barone R, Pavaux C, Blin PC, Cuo P. (1973). *Atlas D'anatomie du Lapin*. Paris: Masson & Cie.

Bazille A, Guttman MA, McVeigh ER, Zerhouni EA. (1994). Impact of semiautomated versus manual image segmentation errors on myocardial strain calculation by magnetic resonance tagging. *Invest Radiology*, 29(4): 427–33.

Bland YS, Doreen EA. (1997) Fetal and postnatal development of the patella, patellar tendon and suprapatella in the rabbit; changes in the distribution of fibrillar collagens. *J Anat*, 190(Pt 3)(Pt4): 327–42.

Boeve BF, Davidson RA, Staab EV. (1991). Jr. Magnetic resonance imaging in the evaluation of knee injuries. *South Med J.*, 84(9):1123–27.

Bohensky F. (1979). *Fotomanuel and Dissection Guide of the Cat*, 2nd edn. New York: Avery Publishing Group Inc.

- Cernochova P, Kanovska K, Krsek P, Krupa P. (2005). Application of geometric biomodels for autotransplantation of impacted canines. In: World Journal of Orthodontics. Paris: *Quintessence Publishing Co*; p. 1, ISBN 1530-5678.
- Crues JV, Mink J, Levy T, Lotysch M, Stoller DW. (1987). Meniscal tears of the knee: accuracy of MR imaging. *Radiology*, 164(2):445–48.
- Evans HE, Christensen, GC. (1979). *Miller's Anatomy of the Dog*, 2nd edn. Philadelphia: W. B. Saunders Co.
- Fitch RB, Montgomery RD, Milton JL, Garrett PD, Kincaid SA, Wright JC, Terry GC. (1995). The intercondylar fossa of the normal canine stifles: an anatomic and radiographic study. *Vet Surg*. 24(2): 148–55.
- Hu H, He HD, Foley WD, Fox SH. (2000). Four multidetector-row helical CT: image quality and volume coverage speed. *Radiology*, 215(1): 55–62.
- Kalra MK, Maher MM, Toth TL, Hamberg LM, Blake MA, Shepard J, Saini S. (2004). Strategies for CT radiation dose optimization. *Radiology*, 230(3): 619-28.
- Kornick J, Trefelner E, McCarthy S, Lange R, Lynch K, Jokl P. (1990). Meniscal abnormalities in the asymptomatic population at MR imaging. *Radiology*, 177(2):463–65.
- Krupa P, Krsek P, Cernochova P, Molitor M. (2004). 3D real modelling and CT biomodels application in facial surgery. In: *Neuroradiology European Society of Neuroradiology*. Berlin: S141-1 p. ISBN 0028-3940.
- Orhan IO, Hazirolu RM, Gultiken ME. (2005). The ligaments and sesamoid bones of knee joint in New Zealand rabbits. *Anat Histol Embryol*, 34(2): 65-71
- Prokop, M. (2003). General principles of MDCT. *Eur J Radiol.*, 45: S4-S10.
- Raunest J, Oberle K, Loehnert J, Hoetzing H. (1991). The clinical value of magnetic resonance imaging in the evaluation of meniscal disorders. *J Bone Joint Surg Am.*, 73(1): 11–16.
- Sproule JA, Khan F, JJ Rice, Nicholson P, McElwain JP. (2005). Altered signal intensity in the posterior horn of the medial meniscus: an MR finding of questionable significance. *Arch Orthop Trauma Surg.*, 125(4): 267–71.
- Van Heuzen EP, Golding RP, Van Zanten TE, Patka P. (1988). Magnetic resonance imaging of meniscal lesions of the knee. *Clin Radiol.*, 39(6):658–60.