

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ortopedi ve Travmatoloji Günleri

17 - 18 Kasım 2017

Osmanlı Arşivi Daire Başkanlığı Kongre Merkezi
Kağıthane - İstanbul



Ortopedik Travmatoloji'de Navigasyon Gerekli mi? (Tek skopi, çift skopi, alternatifler)



Prof. Dr. Melih Güven
Yeditepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı
İstanbul

Sunum Akışı

- Ortopedik travmatoloji'de navigasyonun tarihçesi
- Konvansiyonel skopi kullanımı
- Çift skopi kullanımı
- Alternatif navigasyon sistemleri
 - Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

Navigasyon nedir?





Navigasyon



Seyir

Vikipedi, özgür ansiklopedi

Seyir, **seyrüsefer** ya da **navigasyon**, bir noktadan başka bir noktaya gitmek için en elverişli yolu tayin etme ve planlanan **rota** üzerinde yolculuğu gerçekleştirme. Genellikle bir denizcilik terimi olarak kullanılsa da, iki nokta arasındaki yolun önceden belirlenmiş olmadığı kara ve hava yolculuklarında da seyir yapılır. Denizcilikte *seyir*, havacılıkta ise *seyrüsefer* terimi daha yaygın kullanılır. *Yön bulma* terimi, seyir işinin önemli bir kısmını oluşturan, yakından bağlantılı bir terimdir.



Ortopedi ve travmatolojide navigasyon

- Wilhelm Conrad Röntgen (1845 – 1923)
- 1895 - X-ışını
- İleri görüntüleme tetkikleri
 - Ultrasonografi (USG)
 - Bilgisayarlı tomografi (BT)
 - Manyetik rezonans görüntüleme (MRG)
 - Sintigrafi
 - Anjiyografi v.s.



Ortopedik Travmatoloji’de skopi kullanımı

- Konvansiyonel skopi (Floroskopi)
 - X ışını kullanılarak hastaya ait gerçek zamanlı sabit ya da hareketli görüntülerin elde edilmesi
 - X ışını kaynağı – floresan ekran – monitör
 - Düşük dozda radyasyon kullanımı
 - Görüntü dijitalizasyon imkanı
 - Görüntüleri kaydetme ve depolama imkanı



Ortopedik Travmatoloji'de skopi kullanımı

- Sakroiliak eklem osteosentezi
- Vertebra pedikül vidası yerleştirme
- İntramedüller çivilerin distal kilit vidaları
- Minimal invaziv travma cerrahisi (biyolojik tespit uygulamaları)
- Ekstra-intrakapsüler proksimal femur kırıkları
- Proksimal humerus kırıkları
- İntra- ve peri-artiküler kırıklara minimal invaziv yaklaşım
- Eksternal fiksator uygulamaları

Skopi kullanımının dezavantajları

- İyonize radyasyon maruziyeti !!!
 - Kanser oranı (24 yıllık iyonize radyasyon maruziyeti sonrası) Ortopedik cerrahlar %29
 - İyonize radyasyona maruz kalmayan diğer hastane personeli %6

Mastrangelo G, et al. *Occup Med Oxf Engl* 2005

- Görüntü imajı interaktif değil
- Birçok cihazda sadece bir planda gerçek zamanlı görüntü elde edebilme imkanı
- Çok planlı görüntü elde edebilmek için skopi hareketliliği ihtiyacı

Çift skopi kullanımı

- Radyasyon maruziyetini azaltmak
- Cerrahi süreyi kısaltmak
- Ameliyat içerisinde uygulama kesinliğinin arttırılması
- Omurga cerrahileri (vertebroplasti, kifoplasti)
- Pelvik yaralanmalar
- Proksimal femur kırıkları

Kara A, et al. *Arch Orthop Trauma Surg* 2016

Boszczyk BM, et al. *Eur Spine J* 2006

Peng KT, et al. *J Trauma* 2006

Çift skopi kullanımı

Arch Orthop Trauma Surg
DOI 10.1007/s00402-016-2473-1



TRAUMA SURGERY

Procedural outcomes of double vs. single fluoroscopy for fixing intertrochanteric femur fractures

Adnan Kara¹ · Haluk Celik² · Ali Seker^{1,5} · Metin Uzun⁴ ·
Mehmet Mesut Sonmez³ · Mehmet Erdil¹

- İntertrokanterik femur kırıklı 44 hasta
- Proksimal femoral çivileme
- 23 hasta tek skopi, 21 hasta çift skopi kullanımı

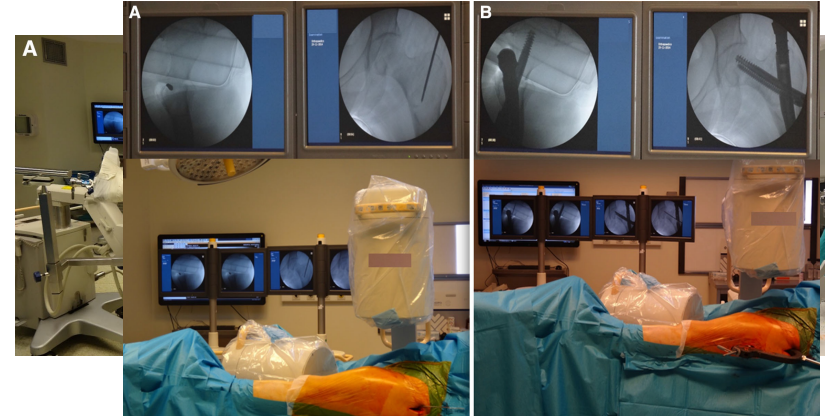


Table 2 Outcomes of a study comparing double fluoroscopy with single fluoroscopy for placing intramedullary nails to fix intertrochanteric femur fractures

Outcomes	Double fluoroscopy (n = 21 hips)	Single fluoroscopy (n = 23 hips)	<i>p</i> ^a
Preparation period, mean (SD), min	21.2 (7.68)	19.6 (7.04)	0.5
Surgical duration, mean (SD), min	32.8 (8.75)	48.7 (16.6)	0.001
Radiation time, mean (SD) [median], s	40.2 (16.3) [38]	65.9 (22.7) [66]	0.001
Blood loss, mean (SD), mL	198.7 (52.8)	219.7 (46.3)	0.18
Collo-diaphyseal angle, mean (SD), degrees	129.9 (7.2)	126.5 (4.8)	0.08
Tip-apex distance, mean (SD), mm	22.7 (1.8)	23.52 (2.3)	0.22

^a Student's *t* test

**Skopi süresi ve cerrahi
süre çift skopi
kullanımında %42
oranında azalmakta**

Skopi bağımlılığı azaltılabilir mi?



Acta Orthop. Belg., 2008, 74, 846-850

TECHNICAL NOTE

A new screw fixation technique for minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis

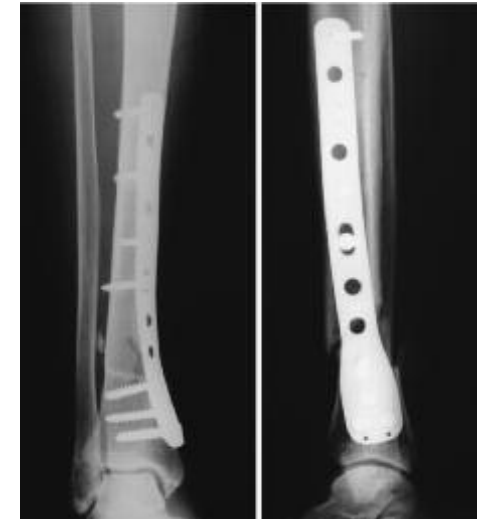
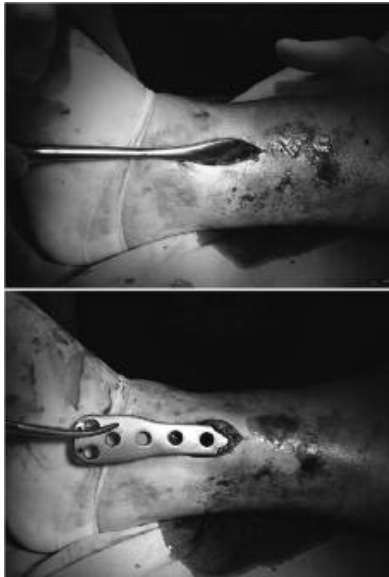
Melih GÜVEN, Koray ÜNAY, Hüsamettin ÇAKICI, Engin Kutay ÖZTURAN, Namık Kemal ÖZKAN

Strat Traum Limb Recon (2013) 8:103–109
DOI 10.1007/s11751-013-0164-9

ORIGINAL ARTICLE

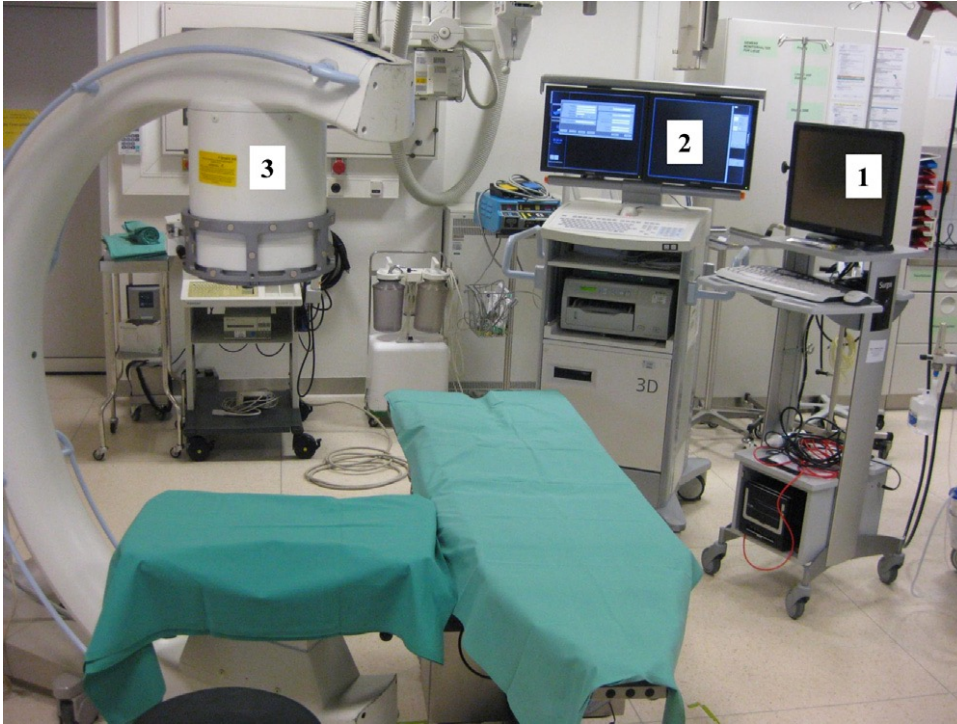
Minimally invasive osteosynthesis of adult tibia fractures by means of rigid fixation with anatomic locked plates

Melih Güven · Emrah Ceviz · Murat Demirel ·
Turhan Özler · Onur Kocadal · Ayberk Önal



Alternatifler neler?

- Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon



Bilgisayar yardımcı / destekli navigasyon

- Bilgisayar yardımcı / destekli ortopedik cerrahi
(Computer aided / assisted orthopaedic surgery)
- Bilgisayar destekli navigasyon
(Computer assisted navigation)
- Görüntü kılavuzlu ortopedik cerrahi
(Image guided orthopaedic surgery)
- Floronavigasyon
(Fluoronavigation)
- Robot yardımcı ortopedik cerrahi
(Robot-assisted orthopaedic surgery)



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

- National Institute of Health/American Association of Orthopedic Surgeons Workgroup on Technology Transfer in Orthopedics (NIH/AAOS Research Symposia) – 1998

- Üretici firma
- Navigasyon modülü
- Görüntüleme yöntemi



Abdelgawad A, et al. *Acta Medica Academica* 2011

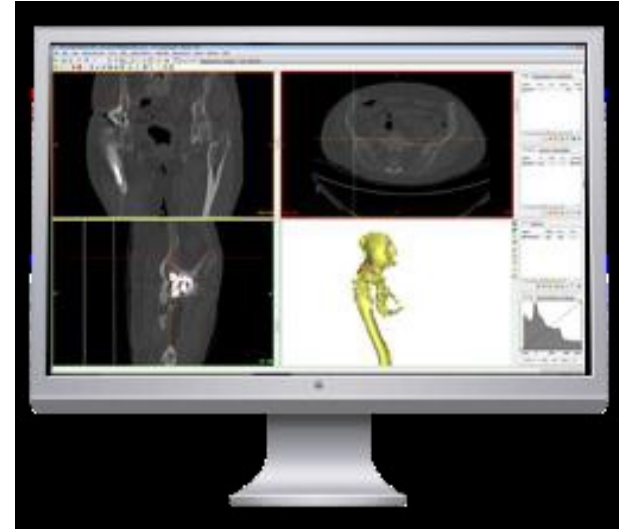
Leung KS, et al. *JBJS (Br)* 2010

Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

Terapötik Obje



Sanal Obje



Navigasyon Sistemi



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon



Aktif Sistemler

Pasif Sistemler

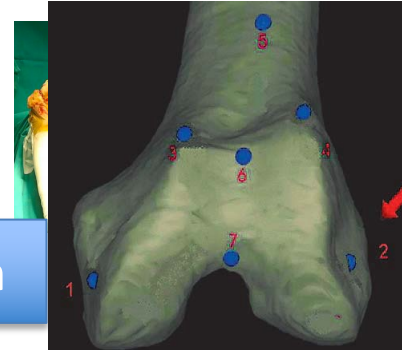
Görüntü kullanan

Görüntü kullanmayan

Preoperatif görüntüleri kullanan

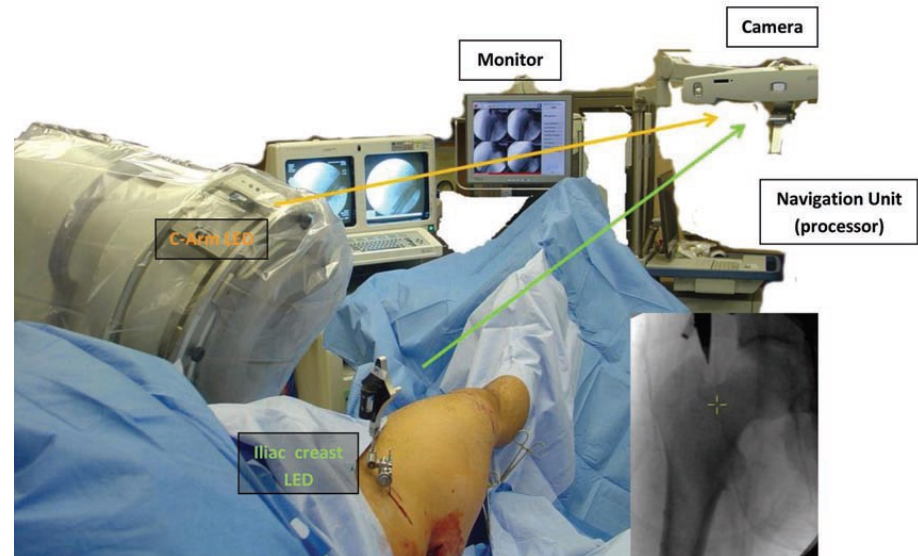
İntraoperatif görüntüleri kullanan

**Preoperatif BT tabanlı sistemler
İntraoperatif BT tabanlı sistemler
İntraoperatif 2-D floroskopi
İntraoperatif 3-D floroskopi**



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

- Bilgisayarlı navigasyon ünitesi
- Optik izleyici kamera
- İzleyici diodlar
 - LED (light emitting diode)*
 - Cerrahi sahada
 - Floroskopide
 - Cerrahi enstrümanlarda
- Monitör



Abdelgawad A, et al. *Acta Medica Academica* 2011

Leung KS, et al. *JBJs (Br)* 2010

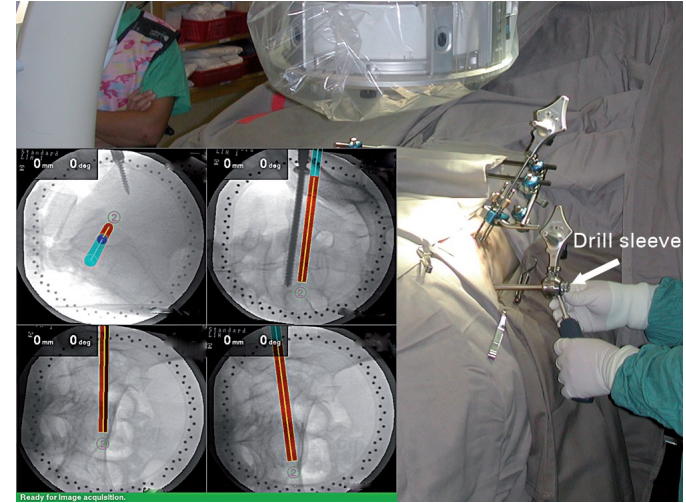
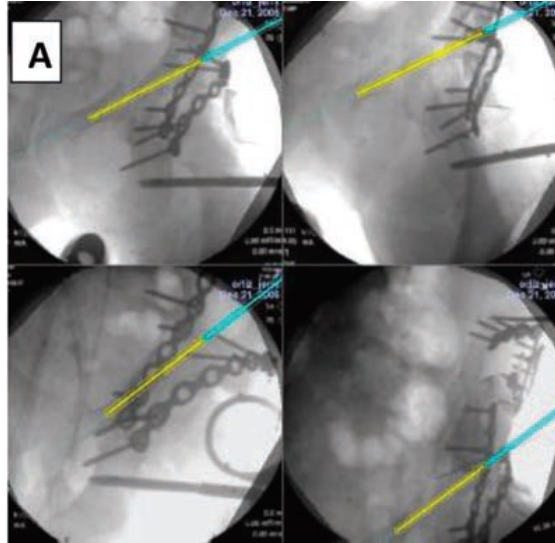
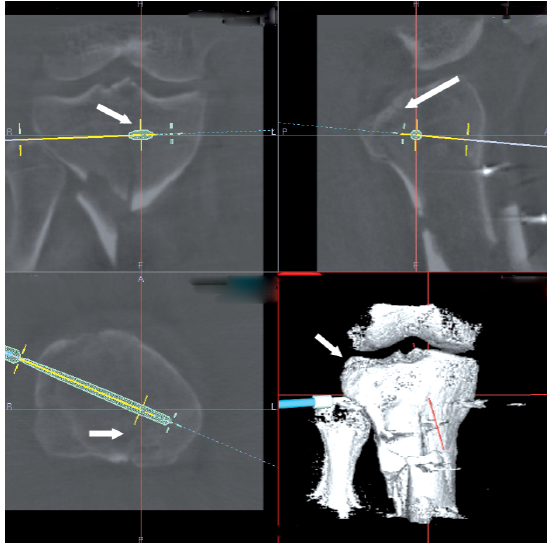
Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

- 3 temel işlem özelliği
 - Verilerin elde edilmesi (*Data acquisition*)
 - Kaydetme (*Registration*)
 - İzleme (*Tracking*)



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

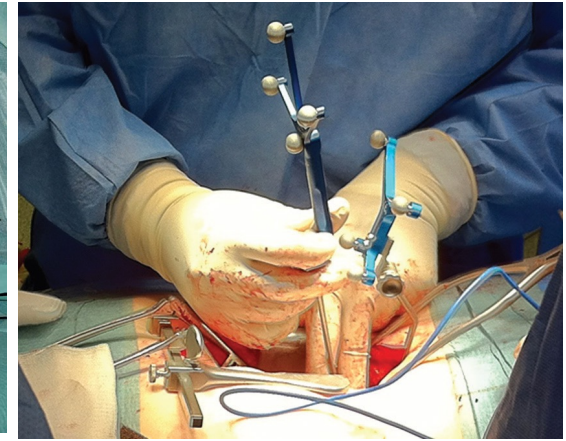
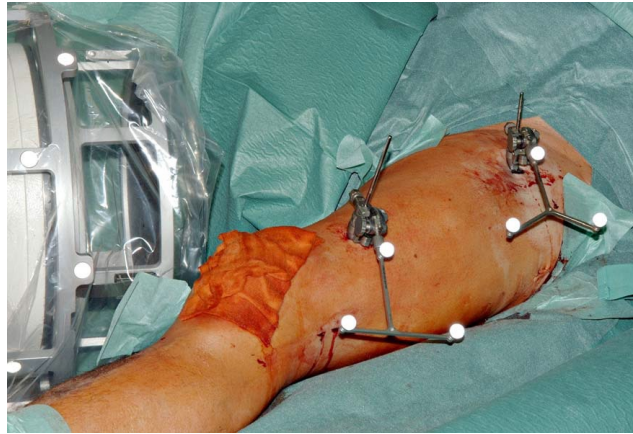
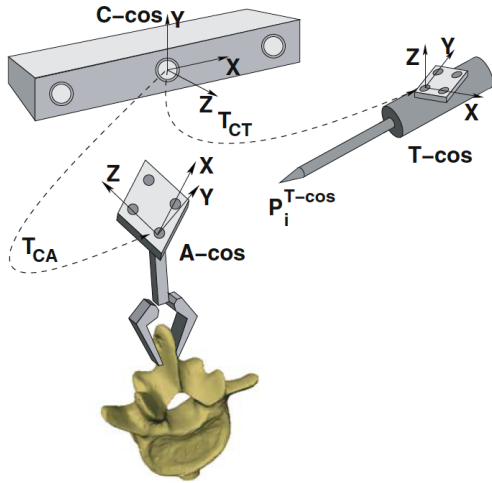
- Verilerin elde edilmesi (*Data acquisition*)
 - Hastanın anatomisine (kırık bölge anatomisi) ait görüntülerin bilgisayar sistemine aktarılması



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

- **Kaydetme (*Registration*)**

- Hastanın üç boyutlu anatomisine ait toplanmış görüntü verilerinin LED'ler aracılığıyla hastanın cerrahi sahadaki aktüel pozisyonu ve anatomisi ile eşleştirilmesi



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon

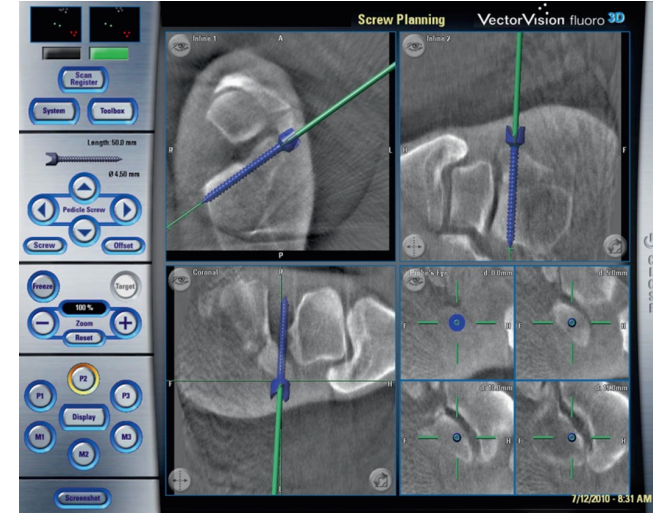
- İzleme (*Tracking*)

- Cerrahi sırasında kemiğe ve cerrahi enstrümanlara adapte edilmiş LED'lerin pozisyonları hakkında geri dönüşümün monitörden izlenmesi
- Floroskopik görüntülere empoze edilmesi
- Skopi kullanımına gerek kalmaksızın sürekli ve gerçek zamanlı navigasyon
- Cerrahin implantın pozisyonu hakkında bilgi sahibi olması ve hastanın anatomisine göre doğru pozisyonlamayı yapabilme imkanı



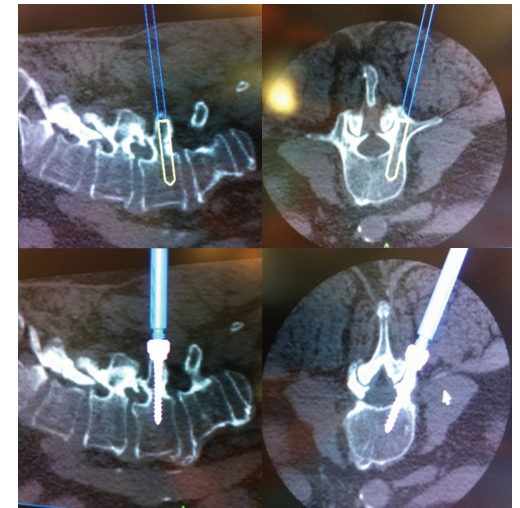
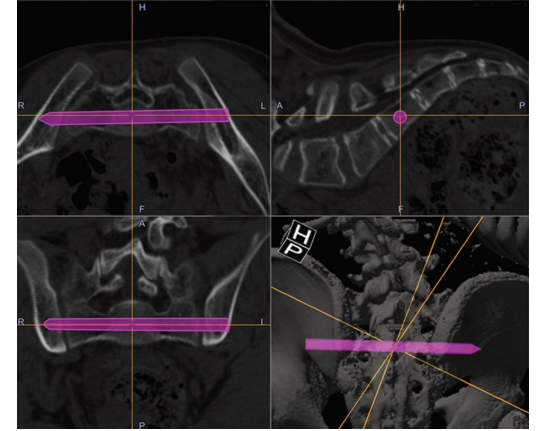
Preoperatif BT tabanlı sistemler

- İlk uygulama alanı vertebra pedikül vidası tespiti
 - Özellikle servikal ve torasik vertebralar
- 3D yüksek çözünürlüklü görüntülerin kullanım imkanı
- Kaydetme (Registration) süreci sıkıntılı
 - Zaman alıcı, hata olasılığı mevcut
- BT tabanlı navigasyon ameliyat öncesi süreci yansıtmakta
 - Mutlak kırık stabilitesine ihtiyaç var
 - Preoperatif BT çekimi ile cerrahi girişim arasında kırık fragmanlarında yaşanabilecek instabilite işlem kesinliğini olumsuz etkileyebilir



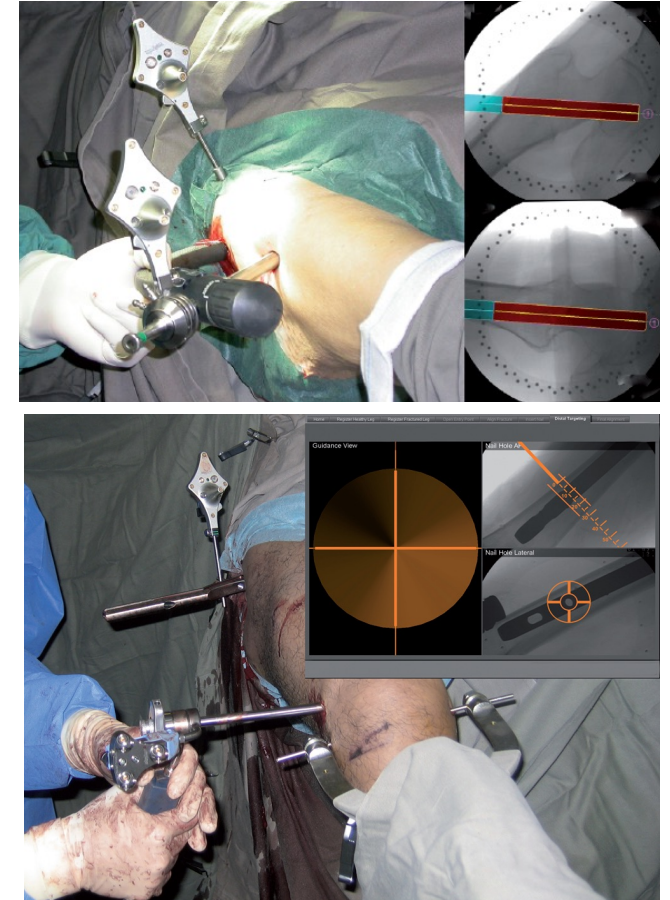
İntraopöratif BT tabanlı sistemler

- Navigasyon sistemi ile direkt BT tarayıcısı arasında direkt bağlantı
- Kaydetme (Registration) süreci kısa
- Yüksek görüntü kalitesi ve geniş hacimli tarama imkanı
 - Pelvik osteotomi ve pelvik tümör cerrahisinde avantajlı
- Yüksek maliyet ve ameliyat odasında fazla yer işgal etmesi nedeniyle sınırlı kullanım, lojistik gereksinim fazla
- Floroskopiden daha fazla iyonize radyasyon maruziyeti



İntraoperatif 2-D floroskopi

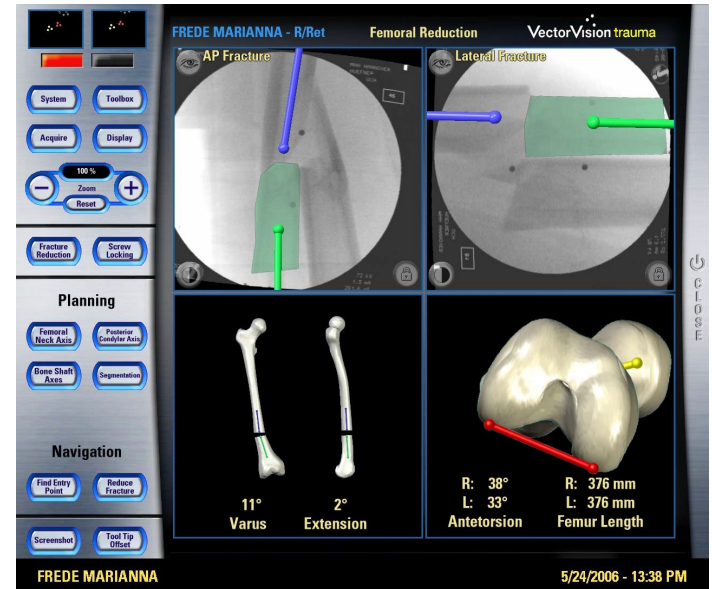
- Navigasyon sistemine adapte edilmiş floroskopiden elde edilen görüntülerin bilgisayar ortamına aktarılması (*Virtual floroskopi*)
- Aynı anda çok planlı görüntülerin kullanım imkanı
- İlk kullanım 1999
 - İntramedüller çivilerin distal kilitlemesi
 - Osteokondral lezyonların drillenmesi
 - Vertebra pedikül vidası uygulamaları
- Birçok travma uygulamasında kullanılan sistem



Kendoff D, et al. *CEJ Med* 2007

İntraoperatif 2-D floroskopi

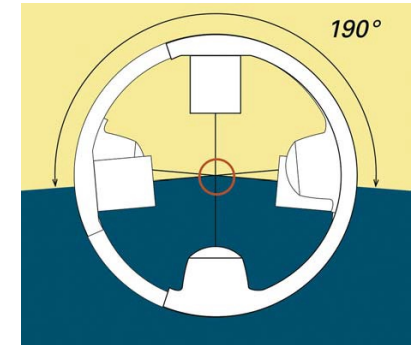
- Sık kullanım alanları
 - Sakroiliak vida
 - Pedükül vidası
 - Femur shaft kırıklarının redüksiyonu
 - Femur kırıklarında rotasyon açısının ayarlanması
 - Yüksek tibial osteotomi uygulamaları
 - Anterior ve lateral spinal yaklaşımlar



Kendoff D, et al. *CEJ Med* 2007

İntraoperatif 3-D floroskopi

- Motorize (self-rotating) floroskopi
- 2002 yılından bu yana kullanımda
- BT kullanılmaksızın intraoperatif 3-D görüntü elde etme imkanı
 - Frontal, sagittal ve aksiyel plan
- Kırık redüksiyonu ve implant yerleşimi kontrolünün kombinasyonu
 - Özellikle spinal navigasyon
- Görüntü kalitesi BT'den daha zayıf
 - Bu nedenle ekstremiteler için elverişli
- 12 cm³ ile sınırlı tarama hacmi
- Ameliyat içi görüntü verilerinin ayarlanması karmaşık



Kendoff D, et al. *CEJ Med* 2007

İntraoperatif 3-D floroskopi

- Sık kullanım alanları
 - Osteosentezdeki tüm vida uygulamaları
 - Diagnostik ve terapötik drilleme, tümör biyopsileri, OCD, osteoid osteoma cerrahisi
 - Pelvik halka vida osteosentezi (sakroiliak ya da asetabulum anterior-posterior kolon)
 - Omurga cerrahisi – pedikül vidası uygulamaları

Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon sistemlerinin kesinliği (doğruluğu)

- Üretici firmaya göre değişmekle birlikte
 - Kesinlik 1 mm – 1° sınırlarında
- Kesinliği etkileyen faktörler
 - Cerrah !!!
 - Kaydetme (Registration) süreci
 - Kamera sistemi
 - Referans markerlar (LED)

Kendoff D, et al. *European Musculoskeletal Review* 2006

Kendoff D, et al. *CEJ Med* 2007

Literatür verileri



- 45 hastanın 46 travması
- Floroskopi tabanlı 2-D navigasyon
- Total 56 implant yerleştirimi
- İmplant yerleşimine ait komplikasyon oranı %6,5 (n=3)
- Kullanılabilirlik skoru %84,3

Literatür verileri



OA Musculoskeletal Medicine
Open Access

Systematic review

Clinical application of computer guidance and navigation in orthopaedic trauma surgery at the extremities and the pelvis: a systematic review

M Kraus^{1*}, G Krischak², C Dehner³, F Gebhard³

- 2000 yılından itibaren yayınlanmış 28 makale
- En sık uygulama alanları pelvik halka kırıkları
- Alt ekstremitte kırıklarında intramedüller çivi uygulamaları
- Asetabuler kırıklar
- Sakroiliak eklem ayrışmaları
- Üst ekstremitte kırıkları

Literatür verileri



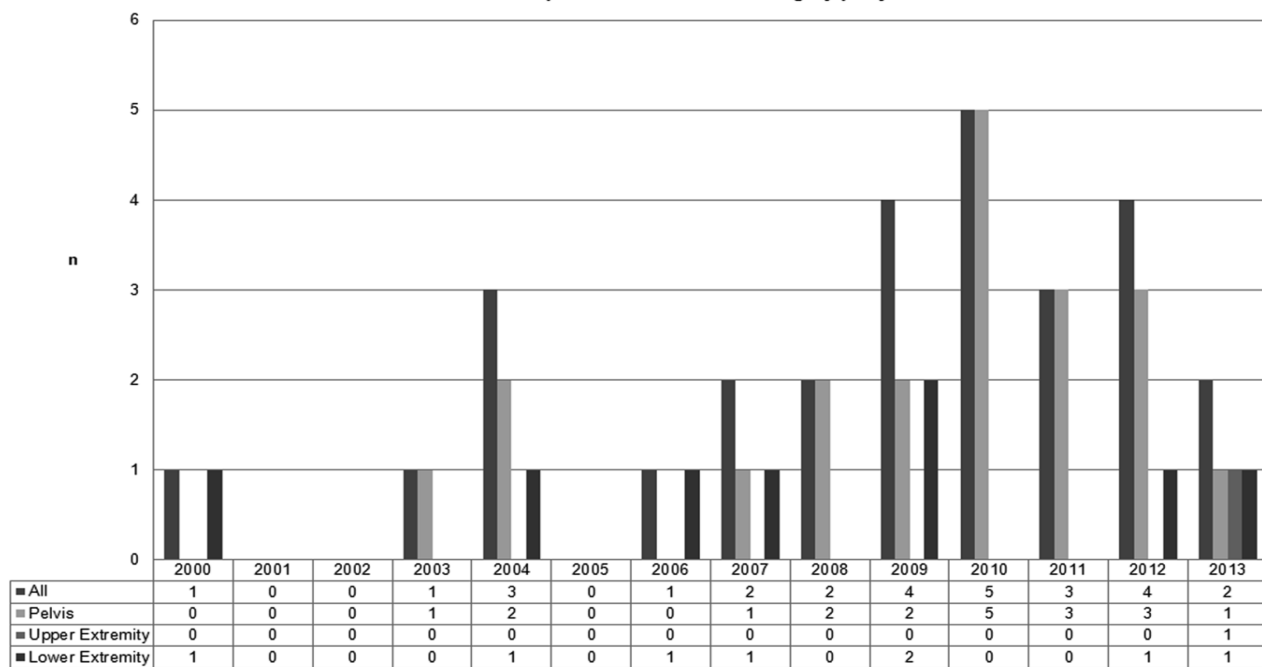
OA Musculoskeletal Medicine
Open Access

Systematic review

Clinical application of computer guidance and navigation in orthopaedic trauma surgery at the extremities and the pelvis: a systematic review

M Kraus^{1*}, G Krischak², C Dehner³, F Gebhard³

Publications on computer assisted trauma surgery per year



Bilgisayar yardımlı / destekli navigasyon sistemlerinin avantajları

- Daha kesin ve güvenli cerrahi girişim
- Skopi kullanım süresinin ve iyonize radyasyon maruziyetinin azalması
- İnvaziv cerrahi gereksiniminin azalması
- Kesin ölçüm yapabilme imkanı
 - İmplant pozisyonu dışında kullanılacak implantın uzunluk ve çapının net olarak belirlenebilmesi
- İlişkili anatominin dinamik vizüalizasyon imkanı
- Çok planlı görüntü imkanı

Bilgisayar yardımcı / destekli navigasyon sistemlerin dezavantajları

- Farklı üreticiler – karmaşık sistemler
- Öğrenme eğrisi yüksek
- Cerrahi süre uzayabilir !!!
- İzleyicilerin (LED) yerleştirilmesi sırasında kırık riski, enfeksiyon
- Cerrahin ihtiyaçlarının farklılığına yönelik modifikasyon gereksinimi
- Bağımsız kırık fragmanlarının kontrolü zor
- Kırık redüksiyonunun gerçek zamanlı navigasyonu mümkün değil
- Yüksek maliyet
 - 2011 yılında Hardware – software kombinasyonuna ait total maliyet 200.000 – 250.000 \$

Abdelgawad A, et al. *Acta Medica Academica* 2011

Kraus M, et al. *Injury* 2013

Gelecekte bizleri neler bekliyor?

- Kaydetme (Registration) sürecinin kısaldığı, daha hızlı sistemler
- Kompleks eklem içi kırıklarda navige edilebilen redüksiyon kontrolü
 - Kırık redüksiyonunun adım adım dinamik vizüalizasyonu
- İmplant görüntülerine ait görsel kütüphane

Teşekkür ederim...