

Künt karın travmalarının değerlendirilmesinde ultrasonografinin tanı değeri

Mehmet Selim Nural, Türker Yardan, Hakan Güven, Ahmet Baydın, İlçay Koray Bayrak, Celal Katı

AMAÇ

Künt karın travmalı hastalarda yapılan ultrasonografinin karın içi yaralanmaların saptanmasındaki tanı değerinin belirlenmesi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2002-Ağustos 2003 tarihleri arasında genel vücut travması nedeniyle acil servise başvuran tüm hastalar geriye dönük olarak incelendi. Künt karın travmasına maruz kalan ve ultrasonografi yapılan 454 hasta çalışmaya dahil edildi. Ultrasonografi bulguları bilgisayarlı tomografi, tanısal peritoneal lavaj, laparotomi bulguları ve klinik gözlem sonucu ile elde edilen son tanı ile karşılaştırıldı. Serbest sıvı, karın içi organ yaralanması veya her ikisinin birlikte olduğu durumların saptanmasında ultrasonografinin doğruluk, duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri hesaplandı.

BULGULAR

Bilgisayarlı tomografi, tanısal peritoneal lavaj ve laparotomi sonuçlarına göre toplam 454 hastanın 37'sinde karın içi yaralanma mevcuttu. Ultrasonografi 51 hastada pozitif bulgu vermişti. Bunların 32'si gerçek pozitif, 19'u yanlış pozitif idi. Gerçek pozitif olan 32 hastanın 19'unda sadece serbest sıvı, 11'inde hem serbest sıvı hem de karın içi organ yaralanması, 2'sinde sadece karın içi organ yaralanması tespit edildi. Ultrasonografinin karın içi yaralanmayı tespit etmede duyarlılığı %86.5, özgüllüğü %95.4, pozitif öngörü değeri %62.7, negatif öngörü değeri %98.7 ve doğruluğu %94.7 olarak hesaplandı.

SONUÇ

Ultrasonografi künt karın travmalı hastalarda tanı değeri yüksek bir tarama tetkikidir. Bu yüzden abdominal ultrasonografi karın travmalı hastaların klinik değerlendirmesinden hemen sonra kullanılacak önemli bir tetkiktir. Ultrasonografinin negatif öngörü değeri yüksek olduğundan ultrasonografi bulguları normal olan hastaların klinik gözlem ile takip edilmesinin yeterli olduğunu düşünmekteyiz.

Anahtar kelimeler: • abdominal yaralanmalar
• ultrasonografi • non-penetrant yaralanmalar

Genel vücut travmaları günümüzde ulaşım araçlarının, özellikle de bireysel taşımacılığın ön planda olduğu yerlerde, çok yaygın kullanılması ve nüfusun gittikçe artması sonucu oldukça sık karşılaşılan bir sağlık sorunu haline gelmiştir. Genel vücut travmaları hafif bir yaralanmadan birçok organ ve sistemin yaralanmasına kadar değişen geniş bir spektruma sahiptir. Geç kalındığında mortalite ve morbidite oranı arttığından erken tanı ve tedavi oldukça önemlidir. Fizik muayene ve laboratuvar incelemeleri tanı için her ne kadar yönlendirici olsa da her zaman güvenilir değildir (1). Künt karın travmaları (KKT) genellikle çoklu organ yaralanmaları ile beraber olduğundan fizik muayene yanıltıcı sonuçlar doğurabilmektedir.

Tanısal peritoneal lavaj (TPL) hemoperitoneuma yol açan karın içi yaralanmalarda oldukça duyarlı bir tanı yöntemidir. Ancak izole organ yaralanmaları ve retroperitoneal yaralanmalarda yararlı değildir (2). Ayrıca invazif bir yöntem olması ve cerrahi bir tedavi gerektirmeyen karın içi yaralanmalarda da pozitif sonuç vermesi dezavantajdır. Bu durum hastaların bir başka tanı yöntemiyle değerlendirilmesi gereğini ortaya çıkartmaktadır. Bilgisayarlı tomografi (BT) karın içi yaralanmaların saptanmasında oldukça yüksek duyarlılığa sahiptir. Ancak X ışını kullanımı, kontrast madde verilmesi ve maliyeti yüzünden her zaman öncelikli olarak tercih edilmemektedir. Ultrasonografi (US) ise invazif olmayan, kolay erişilebilen, ucuz ve hızlı bir tarama yöntemi olması nedeniyle klinik değerlendirmelerden sonra ilk başvuru bir tanı yöntemi midir.

Bu çalışmanın amacı, KKT'li hastalarda yapılan US'nin karın içi yaralanmaların saptanmasındaki tanı değerinin belirlenmesidir.

Gereç ve yöntem

Ocak 2002 ile Ağustos 2003 tarihleri arasında acil servise travma nedeniyle başvuran adli travmalı hastaların dosyalarına ulaşıldı ve dosya notları değerlendirilebilecek düzeyde olan, KKT'ye maruz kalan ve US yapılan tüm hastalar çalışmaya dahil edildi. Penetre yaralanmalar çalışmaya dahil edilmedi. Hastaların yaşı, cinsiyeti, yaralanma mekanizması, laboratuvar sonuçları, radyolojik raporlar, yapılan işlemler, tedavi şekli ve sonuçları kaydedildi. Hastaların yaralanma şiddet skoru Baker'ın tanımladığı metodla hesaplandı (3).

US incelemesi US ünitesindeki radyoloji asistanları tarafından yapıldı. Batında serbest sıvı hemoperitoneum olarak kabul edildi. US incelemeleri SSA-270A (Toshiba, Japan) sonografi cihazında 3.75 MHz konveks proba yapıldı.

BT incelemeleri, spiral BT cihazı (X press/GX model TSX-002a seri Toshiba) ile yapıldı. Hasta supin pozisyonunda yatarak alınarak skenogram üzerinden alt torasik düzeyden simfizis pubis düzeyine kadar olan alan, inceleme alanı olarak belirlendi. Tüm hastalara tetkik sırasında ön kol venlerinden intrakret ile enjeksiyon hızı 3 ml/sn olacak şekilde 120 ml intravenöz noniyonik kontrast madde ve genel durumu uygun olan hastalara tetkik öncesi 45-60 dakika içinde 1000 ml %3 oranında sulandırılmış iyonik oral kontrast madde verildi. Genel durumu iyi olmayan hastalarda inceleme sadece intravenöz kontrast madde ile yapıldı. BT incelemesine kontrast madde enjeksiyonu başlangıcından 60 saniye sonra başlandı. Çekim parametreleri 150 mAs, 120 kV, kesit kalınlığı 10 mm, masa ilerleme hızı 10 mm/sn (adım oranı 1) olarak belirlendi. TPL acil serviste ilgili bölüm tarafından (genel cerrahi veya pediatrik cerrahi) yapıldı.

US bulguları BT, TPL ve laparotomi bulguları ile karşılaştırıldı. US dışında herhangi bir işlem yapılmayan hastalar ise klinik gözlem sonucu ile değerlendirildi. Klinik gözlem ile takip edilip taburcu edilen hastalar normal olarak kabul edildi. Serbest sıvı, karın içi organ yaralanması veya her ikisinin birlikte olduğu durumların saptanmasında US'nin duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri hesaplandı.

Bulgular

KKT nedeniyle acil batın US'si yapılan 318'i erkek, 136'sı kadın toplam 454 hasta çalışmaya dahil edildi. Hastaların yaşları 1 ile 88 arasında değişmekte, ortalama 30±20 (standart sapma) idi. Yaralanma şiddet skoru 11.7 ± 11.5 idi. KKT nedenleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Dörtüzeşidört hastanın 24'üne BT, 54'üne TPL, 23'üne laparotomi ve 3'üne kontrol US yapılmışken 331'i acil servis veya ilgili bölümde taburcu olana dek klinik gözlem ile takip edilmiştir. Hastaların 31'i eşlik eden kran-yofasiyal travma nedeniyle operasyonu

Tablo 1. Künt karın travma nedenleri

Travma nedeni	Sayı (%)
Araç içi trafik kazası	209 (46)
Araç dışı trafik kazası	117 (26)
Yüksekten düşme	114 (25)
Darp	14 (3)

na alınmış ve bunlardan 12'si kaybedilmiştir. Ayrıca 7 hasta kran-yoservikal travma, 2 hasta da toraks ve ekstremitelere travması nedeniyle kaybedilmiştir.

BT, TPL ve laparotomi sonuçlarına göre toplam 37 hastada karın içi yaralanma mevcuttu. Beş hastada birden fazla organ yaralanması mevcuttu. Var olan organ yaralanmalarının 13'ü karaciğer, 10'u dalak, 6'sı böbrek, 6'sı gastrointestinal sistem (GİS) yaralanması, 2'si mesane rüptürü, 1'i diyafram rüptürü idi.

US ile 51 hastada pozitif bulgu elde edilmiştir. US'de bu hastaların 34'ünde sadece karın içi serbest sıvı, 13'ünde hem serbest sıvı hem de karın içi organ yaralanması, 4'ünde ise sadece karın içi organ yaralanması tespit edilmiştir. BT, laparotomi, TPL ve klinik gözlem sonuçları ile karşılaştırıldığında US ile sadece serbest sıvı saptanan 34 hastanın 15'i normal iken, 6'sında serbest sıvı, 13'ünde hem serbest sıvı hem de karın içi organ yaralanması olduğu tespit edildi. US ile serbest sıvı saptanan ancak normal olarak kabul edilen bu 15 hastanın 12'si klinik gözlem sonucu herhangi bir sorun gelişmemesi üzerine taburcu edilen, 3'ü DPL sonucu negatif olan hastalardı. US ile hem serbest sıvı hem de karın içi organ yaralanması saptanan 13 hastanın 2'si normal iken, 11'inde karın içi organ yaralanması ve sıvı olduğu, sadece karın içi organ yaralanması

saptanan 4 hastanın 2'si normal iken 1'inde sadece karın içi organ yaralanması ve diğerinde karın içi organ yaralanması ve sıvı olduğu tespit edilmiştir.

Serbest sıvı, karın içi organ yaralanması veya her ikisinin birlikte olduğu durumların saptanmasında US'nin duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir. US sonuçlarının 32'si gerçek pozitif, 19'u yanlış pozitif, 398'i gerçek negatif ve 5'i yanlış negatif idi.

US ile 403 hasta normal olarak rapor edilmiştir. BT ve laparotomi sonuçlarına bunların 3'ünde karın içi organ yaralanması (1'i karaciğer laserasyonu, 1'i renal hemoraji, diğeri ince barsak yaralanması), 2'sinde hem serbest sıvı hem de karın içi organ yaralanması (1'i karaciğer laserasyonu ve ince barsak yaralanması, diğeri mezenterik hemoraji) tespit edilmiştir.

BT ve laparotomi sonuçlarına göre toplam 6 hastada GİS yaralanması tespit edilmiştir. US ile bunların 3'ünde herhangi bir bulgu saptanmazken, 3'ünde sadece serbest sıvı mevcuttu.

Tartışma

KKT'lerin çoğu genellikle çoklu organ travması ile birlikte olduğundan bu hastaların değerlendirilmesi klinik açıdan sorun oluşturmaktadır. Özellikle kran-yal travmalı hastalarda bilinç durumunda oluşan herhangi bir değişiklik bu değerlendirmeyi daha da zorlaştırmaktadır. Spiral ya da çok kesitli BT travma hastalarında son yıllarda giderek artan oranlarda kullanılmaktadır. Günümüzde özellikle karın travması dışında kafa ve toraks travması gibi başka sistem travması nedeniyle BT incelemesine gönderilen hastalarda veya klinik olarak bir çok organ ya-

Tablo 2. US ile saptanan serbest sıvı ve/veya karın içi organ yaralanmasının karın içi yaralanmayı tespit etme duyarlılığı

Parametreler	Veriler	Yüzde
Duyarlılık	37'de 32	86.5
Özgüllük	417'de 398	95.4
Pozitif öngörü değeri	51'de 32	62.7
Negatif öngörü değeri	403'de 398	98.7
Doğruluk	454'de 430	94.7

ralanması şüphesi varlığında ve travma şiddetinin çoklu organ yaralanmasına yol açacağı düşünülen durumlarda kranyumdan pelvise kadar tüm vücudun BT ile incelenmesi önerilmektedir (4,5). Karın travmalarında BT ile yapılacak incelemelerin hem birkaç dakika gibi bir zamanda tamamlanması, hem de kontrast uygulamanın önemli bir avantajı olarak küçük lase-rasyonların saptanması ultrasonografiye önemli bir üstünlük sağlamaktadır. Bununla birlikte, literatürde sadece kranyal travması olan hastalarda toraks ve abdominopelvik BT incelemesi veya karın travması olan hastalarda kranyal ve toraks BT incelemesi yapılma endikasyonları tartışılan bir konudur. Bu tartışma, X ışını kullanımı, kontrast madde verilmesi ve maliyeti yüzünden güncelliğini korumaktadır. US ise ulaşılması kolay, ucuz ve X ışını kullanılmaması nedeniyle özellikle KKT nedeniyle hastaneye getirilen hastalarda karın içi yaralanma şüphesi varlığında veya fizik muayenenin optimal olmadığı durumlarda rutin olarak kullanıma giren bir tetkik haline gelmiştir. Ancak US'nin kullanıcı bağımlı olması ve fizyolojik veya travma dışı nedenlerle karın içinde görülebilen sıvıların yaralanmaya bağlı gelişen kanamadan ayırt edilememesi güvenilirliğini azaltmaktadır.

Literatür gözden geçirildiğinde US'nin KKT'li hastalarda karın içi yaralanmayı gösterme duyarlılığının %63 ile %98 arasında değiştiği görülmektedir (2,6,7). Richards ve arkadaşlarının 3264 hasta üzerinde yaptıkları prospektif çalışmada US ile saptanan serbest sıvının karın içi yaralanmayı göstermedeki duyarlılığı, özgüllüğü, pozitif ve negatif öngörü değerleri sırasıyla %60, %98, %82 ve %95, serbest sıvı ve/veya karın içi organ yaralanmasının karın içi yaralanmayı göstermede ise bu değerler sırasıyla %67, %98, %83, %96 olarak bulunmuştur (2). US'nin karın içi yaralanmayı göstermedeki duyarlılığı, özgüllüğü, pozitif ve negatif öngörü değerleri sırasıyla Katz ve arkadaşlarının çalışmasında %90.9, %83.6, %55.5 ve %98.9 olarak (8), Yoshii ve arkadaşlarının

çalışmasında %94.6, %95.1, %88.3 ve %97.8 olarak (9), Brown ve arkadaşlarının 2693 hasta üzerinde yaptıkları retrospektif çalışmada ise %84, %96, %61 ve %99 olarak bildirilmiştir (10). Çalışmamızda saptadığımız değerler ise daha çok Katz ve arkadaşları ile Brown ve arkadaşlarının çalışmasındaki değerlerle paralellik göstermektedir.

Çalışmamızda 5 yanlış negatif sonuç varken 19 yanlış pozitif sonuç vardı. Yoshii ve arkadaşlarının 1239 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada ise 19 yanlış negatif sonuç ve 44 yanlış pozitif sonuç bildirilmiştir. Bu 44 yanlış pozitif sonucun hepsinde US ile minimal serbest sıvı görülmüş ve bunların 18'inde torasik yaralanma 10'unda pelvik kırık ve 1'inde vertebral kırık saptanmışken 18'inde batın dışı herhangi bir yaralanma saptanmamıştır (9). Richards ve arkadaşlarının çalışmasında 3264 hastanın 132'sinde yanlış negatif, 57'sinde yanlış pozitif sonuç bildirilmiştir. Yanlış pozitif sonuçların çoğunda US'de diğer tetkiklerle doğrulanmayan minimal serbest sıvı olduğu belirtilmiştir (2). Richards ve arkadaşlarının 744 hasta üzerinde yaptıkları başka bir çalışmada US ile serbest sıvı saptanan 51 hastanın 9'unda yanlış pozitif sonuç tespit edilmiş ve bunların 7'sinin bayan hastada saptanmış pelvik serbest sıvı olduğu bildirilmiştir. Bundan dolayı yanlış pozitif sonuçların çoğunun bayanlarda görülen fizyolojik sıvıdan kaynaklandığı belirtilmiştir (1). Brown ve arkadaşlarının çalışmasında yanlış pozitif tanı alan 92 hastadan US incelemesinde sadece serbest sıvı saptananların 31'inde BT'de herhangi bir patoloji bulunmamış, 26'sında normal fizyolojik pelvik sıvı olduğu bildirilmiştir (10). Katz ve arkadaşlarının KKT'li 121 çocuk hastada yaptıkları çalışmada da saptanmış olan 18 yanlış pozitif sonucun çocuklarda normal şartlarda görülebilen pelvik sıvının da pozitif bulgu olarak kabul edilmesinden kaynaklandığı belirtilmektedir (8). Çalışmalarda karın içi yaralanma olmaksızın pelvik fraktürlerin tek başına karın içi serbest sıvının nedeni olabileceği

bildirilmiştir (11,12). Çalışmamızda hasta sayısı göz önüne alındığında yanlış pozitif sonuçların bu çalışmalara göre biraz daha yüksek olduğu görülmektedir. US ile yanlış pozitif tanı alan 19 hastanın 12'sine US dışında herhangi bir tetkik yapılmamış olduğundan değerlendirme klinik gözlem sonucuna göre yapıldı. Bu 12 hastanın birinde pelvik fraktür vardı. Bu hastalarda gerçekten karın içi yaralanma olup olmadığı konusunda yorum yapmak zordur. Kaldı ki karın içi yaralanma olan hastalarda bile genel durumun stabil olması nedeniyle hastalar sadece klinik gözlem ile takip edilip taburcu edilebilmektedir (13). Eannello ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada BT ile serbest sıvı saptanan 66 hastanın sadece %19'unun laparotomi gerektirdiği bildirilmiştir (14). Bu açıdan bakıldığında çalışmamızda yanlış pozitif sonuçların diğer çalışmalara göre yüksek olmasının nedeni daha anlaşılır olacaktır. Ayrıca yanlış pozitif tanı alan ve sadece karın içi serbest sıvı saptanan 15 hastanın 4'ünün bayan olması da bu sorunun nedenini açıklayan diğer bir faktördür.

KKT'li hastaların US taramasında en önemli sorun yanlış pozitif sonuçtan ziyade yanlış negatif sonuçlardır. McKenney ve arkadaşlarının 200 hasta üzerinde yaptıkları çalışmada US'nin normal dediği ancak BT veya TPL ile uyumlu olmayan yanlış negatif sonuçlar bildirilmiştir (15). Bunlardan 4'ünde solid organ yaralanması (karaciğer ve dalak), 2'sinde ise hemoperitoneum hem de solid organ yaralanması tespit edilmiştir (15). Porter ve arkadaşlarının KKT'li 1631 hasta üzerinde yaptığı çalışmada ilk US incelemesi normal olan 110 hastaya tekrar US incelemesi yapılmıştır. Bu 110 hastanın 23'ünde sadece minimal serbest sıvı, 9'unda ise belirgin serbest sıvı ve/veya karın içi organ yaralanması tespit edilmiş ve bunlardan 3'ünün daha sonra opere edilmiş olduğu bildirilmiştir (16). Aynı çalışmada GİS yaralanması saptanan 7 hastanın 3'ünde (%42.9) US ile herhangi bir bulgu saptanmamıştır. Richards ve arkadaşlarının yaptıkları geniş tabanlı

çalışmada ise 132 yanlış negatif sonucun 50'sinin dalak, 46'sının karaciğer, 40'nın GİS ve 19'unun böbrek yaralanması olduğu tespit edilmiştir (1). Yoshii ve arkadaşlarının çalışmasında ise saptanan 19 yanlış negatif sonucun 11'inde GİS yaralanması tespit edilmiştir (9). Çalışmamızda ise 5 hastada yanlış negatif sonuç vardı. Bunların 3'ünde GİS yaralanması tespit edildi. Daha önce yapılan çalışmalarda ve bizim çalışmamızda yanlış negatif sonuçlardan sorumlu önemli nedenlerden birinin GİS yaralanmaları olduğu anlaşılmaktadır. US, batında serbest sıvı olmadığı sürece GİS yaralanmalarını yakalamada başarısız kalmaktadır. İzole solid organ yaralanmaları da yanlış negatif sonucun diğer önemli nedenidir. US incelemelerinin deneyimli bir radyolog tarafından yapılması durumunda özellikle solid organ yaralanmalarının daha rahat saptanabileceğini düşünmekteyiz. Çalışmamızda kontrol US sadece yanlış pozitif tanı alan hastaların 3'ünde yapılmış ve sonuç normal olarak tespit edilmiştir. İlk US incelemelerinin normal olduğu ancak klinik bulguların bunu desteklemediği durumlarda veya tam tersi durumda takip US yapılması tetkikin doğruluğunu daha da arttıracaktır.

US, KKT'li hastalarda tanı değeri yüksek bir tarama tetkikidir. KKT ile acil servise getirilen hastalarda klinik

değerlendirmeden sonra uygulanması gereken ilk tetkiktir. US'nin negatif öngörü değeri yüksek olduğundan US bulguları normal olan hastaların klinik gözlem ile takip edilmesinin yeterli olduğunu düşünmekteyiz. Klinik durumda herhangi bir değişiklik gelişmesi durumunda ise tekrar US veya BT tetkiki ile inceleme yapılmalıdır.

US'nin normal olmadığı durumlarda, hastanın genel durumu stabil ise bir başka tetkikle (BT gibi) inceleme yapılmalıdır. Ayrıca US bulguları ile klinik bulguların uyumsuz olduğu durumlarda US tetkikinin tekrarlanması hastanın tedavisinin yönlendirilmesine önemli katkı sağlar.

DIAGNOSTIC VALUE OF ULTRASONOGRAPHY IN THE ASSESMENT OF BLUNT ABDOMINAL TRAUMA

PURPOSE: To evaluate the diagnostic value of ultrasonography (US) in detecting intraabdominal injuries in patients with blunt abdominal trauma.

MATERIALS AND METHODS: Blunt trauma patients admitted to the emergency department from January 2002 to August 2003 were retrospectively evaluated. A total of 454 patients with blunt abdominal trauma who underwent US examination were included. Ultrasonography results were compared with findings of CT, diagnostic peritoneal lavage, laparotomy and clinical course. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of US in detecting free fluid, intraabdominal parenchymal organ injury or both were calculated.

RESULTS: Computed tomography, diagnostic peritoneal lavage and laparotomy results showed that intraabdominal organ injury was present in 37 of 454 patients. Ultrasonography examinations were positive in 51 patients. True-positive findings were seen in 32 of these patients. In these 32 patients, US examination showed free fluid in 19, fluid and abdominal organ injury in 11 and only abdominal organ injury in 2. Sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value and accuracy of US in detecting intraabdominal injury were 86.5%, 95.4%, 62.7%, 98.7% and 94.7%, respectively.

CONCLUSION: Ultrasonography has high diagnostic performance in the screening of patients with blunt abdominal trauma. Abdominal US is a useful and valuable diagnostic tool after clinical evaluation in patients with blunt abdominal trauma. Because of its high negative predictive value, we recommend that clinical follow up is adequate for patients whose US results are negative for intraabdominal organ injury.

Key words: • abdominal injuries • ultrasonography • wounds, non-penetrating

Diagn Interv Radiol 2005; 11:41-44

Kaynaklar

- Richards JR, Knopf NA, Wang L, McGahan JP. Blunt abdominal trauma in children: evaluation with emergency US. *Radiology* 2002; 222:749-754.
- Richards JR, Schleper NH, Woo BD, Bohnen PA, McGahan JP. Sonographic assessment of blunt abdominal trauma: a 4-year prospective study. *J Clin Ultrasound* 2002; 30:59-67.
- Baker SP, O'Neill B, Haddon W, Long BN. The injury severity score: a method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974; 14:187.
- Leidner B, Adiels M, Aspelin P, Gullstrand P, Wallen S. Standardized CT examination of the multitraumatized patient. *Eur Radiol* 1998; 8:1630-1638.
- Self ML, Blake AM, Whitley M, Nadalo L, Dunn E. The benefit of routine thoracic, abdominal, and pelvic computed tomography to evaluate trauma patients with closed head injuries. *Am J Surg* 2003; 186:609-613.
- Melanson SW, Heller M. The emerging role of bedside ultrasonography in trauma care. *Emerg Med Clin North Am* 1998; 16:165-189.
- Bode PJ, Edwards MJ, Kruit MC, van Vugt AB. Sonography in a clinical algorithm for early evaluation of 1671 patients with blunt abdominal trauma. *AJR Am J Roentgenol* 1999; 172:905-911.
- Katz S, Lazar L, Rathaus V, Erez I. Can ultrasonography replace computed tomography in the initial assessment of children with blunt abdominal trauma? *J Pediatr Surg* 1996; 31:649-651.
- Yoshii H, Sato M, Yamamoto S, et al. Usefulness and limitations of ultrasonography in the initial evaluation of blunt abdominal trauma. *J Trauma* 1998; 45:45-51.
- Brown MA, Casola G, Sirlin CB, Patel NY, Hoyt DB. Blunt abdominal trauma: screening US in 2.693 patients. *Radiology* 2001; 218:352-358.
- Ng AK, Simons RK, Torreggiani WC, Ho SG, Kirkpatrick AW, Brown DR. Intra-abdominal free fluid without solid organ injury in blunt abdominal trauma: an indication for laparotomy. *J Trauma* 2002; 52:1134-1140.
- Brasel KJ, Olson CJ, Stafford RE, Johnson TJ. Incidence and significance of free fluid on abdominal computed tomographic scan in blunt trauma. *J Trauma* 1998; 44:889-892.
- Rossi D, Goyet JV, Clety SC, et al. Management of intra-abdominal organ injury following blunt abdominal trauma in children. *Intensive Care Med* 1993; 19:415-419.
- Eanniello VC II, Gabram SG, Eusebio R, Jacobs LM. Isolated free fluid on abdominal computerized tomographic scan: an indication for surgery in blunt trauma patients? *Conn Med* 1994; 58:707-710.
- McKenney M, Lentz K, Nunez D, et al. Can ultrasound replace diagnostic peritoneal lavage in the assessment of blunt trauma? *J Trauma* 1994; 37:439-441.
- Porter RS, Nester BA, Dalsey WC, et al. Use of ultrasound to determine need for laparotomy in trauma patients. *Ann Emerg Med* 1997; 29:323-330.