



Tc-99m MIBI Paratiroid Sintigrafisinde Tek Foton Emisyon Tomografisi/ Bilgisayarlı Tomografi Kullanımının Klinik Önemi

Clinical Value of Single Photon Emission Computed Tomography/ Computed Tomography in the Evaluation of Tc-99m MIBI Parathyroid Scintigraphy

Tanju Yusuf Erdil¹, Lebriz Uslu Beşli²

¹Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

²İstanbul Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, İstanbul, Türkiye

Öz

Hiperparatiroidide tek tedavi yöntemi cerrahidir ve son zamanlarda minimal invaziv cerrahi, bilateral boyun eksplorasyonuna göre daha çok tercih edilmektedir. Minimal invaziv cerrahiye uygun hastaları bulmak için, preoperatif lezyon lokalizasyonu çok önemli bir role sahiptir. Bu derlemenin amacı, hiperparatiroidili hastaların preoperatif değerlendirilmesinde, tek foton emisyon tomografisi/bilgisayarlı tomografi MIBI paratiroid sintigrafisinin tanıdaki yerini tartışmak ve diğer MIBI paratiroid sintigrafisi metodları ile karşılaştırmaktır.

Anahtar kelimeler: Hiperparatiroidi, paratiroid sintigrafisi, MIBI, SPECT, SPECT/BT, çift faz

Abstract

Surgery is the only potential curable treatment of hyperparathyroidism and has changed from bilateral neck exploration to minimally invasive surgery. Preoperative localization has become essential in the selection of good candidates for minimally invasive surgery. The purpose of this review is to discuss the diagnostic utility of MIBI parathyroid scintigraphy with single photon emission computed tomography/computed tomography and to compare it with other MIBI parathyroid scintigraphy methods in the preoperative evaluation of patients with hyperparathyroidism.

Keywords: Hyperparathyroidism, parathyroid scintigraphy, MIBI, SPECT, SPECT/CT, double phase

Giriş

Hiperparatiroidi (HPT), paratiroid bezlerinin çok çalışmasına bağlı olarak aşırı paratiroid hormonu üretimi sonucu kemik ve mineral metabolizmasının bozulduğu bir endokrin hastalıktır. HPT'de görüntüleme, paratiroid sintigrafisi (PS), ultrasonografi (USG), bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik

rezonans görüntüleme (MRG) ile yapılabilmekle birlikte ilk olarak önerilen iki yöntem PS ve USG'dir. Ancak, görüntüleme HPT tanısı için değil, biyokimyasal olarak kanıtlanmış HPT hastalarında lezyonun yerinin belirlenmesi amaçlı kullanılmalıdır. HPT hastalarında tek tedavi yöntemi cerrahidir. Klasik cerrahi yöntemi olan bilateral boyun eksplorasyonu ile dört paratiroid

Yazışma Adresi/Address for Correspondence

Dr. Tanju Yusuf Erdil, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

E-posta: yerdil@marmara.edu.tr

© Nükleer Tıp Seminerleri, Galenos Yayınevi tarafından basılmıştır. / © Nuclear Medicine Seminars, published by Galenos Publishing.

bezinin incelenmesinden minimal invaziv cerrahi yöntemlerine geçiş sonucunda operasyon öncesi lezyon yerinin kesin olarak belirlenmesi, operasyonun başarısında en önemli faktörlerden biri haline gelmiştir. Özellikle primer HPT'de başarısı kanıtlanmış PS'nin, hibrit tek foton emisyonu/bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT) yöntemi ile cerraha daha iyi bir kılavuz olabileceği düşünülmektedir. Bu derlemede PS'inde kullanılan yöntemlerden kısaca bahsedildikten sonra, hibrit SPECT/BT yönteminin PS'indeki yeri tartışılacaktır.

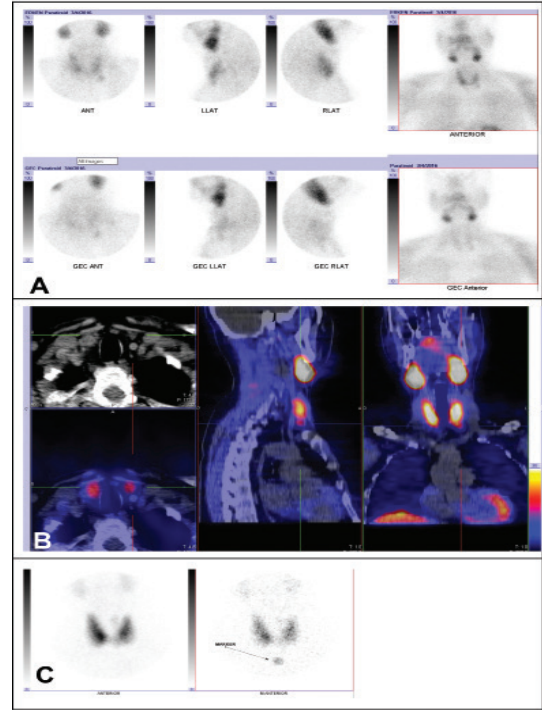
Hiperparatiroidi

HPT üç değişik klinik formda görülebilir. Bunlar; primer, sekonder ve tersiyer HPT'dir. Primer HPT (PHPT), hiperkalseminin en sık nedeni olup, endokrin hastalıklar içinde en sık görülen üçüncü hastalıktır (1). Ruda ve ark. 20,225 primer HPT'li hastada yaptıkları çalışmada, %88,9 soliter adenom, %5,74 multi gland hiperplazi, %4,14 çift adenom ve %0,74 oranında ise paratiroid kanseri bulmuşlardır (2). Deneyimli cerrahlar, bilateral boyun diseksiyonu ile preoperatif görüntüleme olmadan %95'in üzerinde başarı sağlamaktadırlar (3,4). PHPT'de %90'a yakın oranda soliter adenom görülmesine dayanarak, minimal invaziv cerrahi yöntemler ile küçük insizyon kullanarak kozmetik olarak daha iyi sonuçlar elde edilmesi, operasyon ve hastanede kalış sürelerinin kısılması, daha erken iyileşmenin sağlanması, rekürren larengeal sinir hasarı ve postoperatif hipokalsemi gibi komplikasyonların azalması gibi avantajlar sağlanması yanında klasik yöntemle eşit başarılı sonuçlar elde edilmektedir (3,4). Minimal invaziv cerrahide başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden biri, lezyonun yerinin preoperatif görüntüleme yöntemleri (PS ve USG) ile hassas bir şekilde tespit edilmesidir (5). PS ve USG'nin ikisinin birden lezyonu gösteremediği zaman başarısızlık oranı önemli ölçüde artmaktadır (6). Multi gland hastalıklarda (adenom ve hiperplazi) USG ve PS düşük hassasiyete sahip olduğu için başarısızlık oranı artmakta ve bunu önlemek için intraoperatif parathormon ölçümü kullanılmaktadır (2,7). Ektopik adenomun lokalizasyona göre USG yetersiz kalabilmekte ve PS ile daha iyi sonuçlar elde edilmektedir (8). Adenomun lokalizasyonunun tam olarak doğru bir şekilde yapılması operasyon şeklini belirleyebilmektedir. Prolabe veya normal lokalizasyonunda posterior yerleşimli süperior adenomlar için lateral yaklaşım, anterior yerleşimli inferior adenomlar için santral yaklaşım, mediastendeki lokalizasyonuna göre de, median sternotomi veya sağ/sol torakotomi uygulanması cerrahinin

başarısını etkilemektedir (9,10). SPECT/BT'nin diğer PS protokollerine ve USG'ye göre belirleyici özelliği de ektopik veya normal lokalizasyonlu adenomların yerini (Şekil 1, 2, 3, 4) tam lokalize edebilmesidir (10).

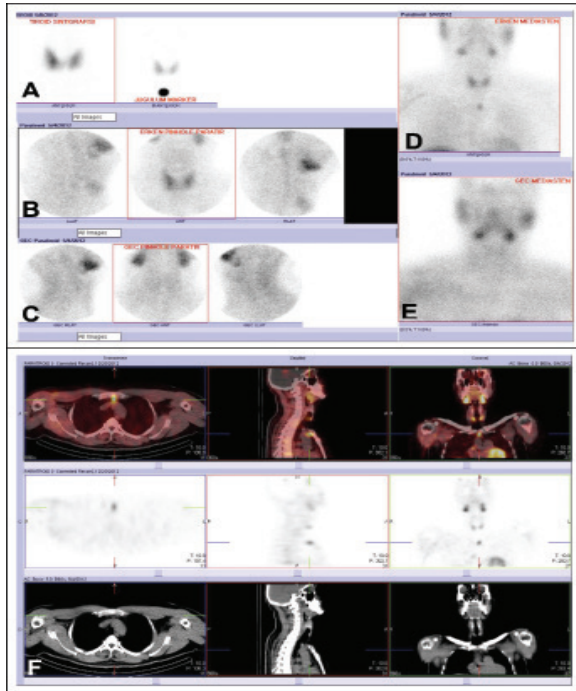
Planar Paratiroid Sintigrafisi

Tc-99m MIBI ile çift faz veya Tc-99m perteknetat/I-123 ile MIBI çıkartma yöntemleri kullanılarak yapılan planar PS, kılavuzlarda önerilen standart çekim protokolleridir (11,12). Taillefer ve ark.'nın 1992 yılında MIBI çift faz PS'ni tanıtmalarından sonra, kullanım kolaylığı ve etkinliği nedeni ile en sık



Şekil 1. Elli beş yaşında kadın hasta parathormon: 158 pg/mL ve Ca: 11,8 mg/dL değerleri ile MIBI paratiroid sintigrafisine gönderildi. Erken ve geç MIBI pinhole boyun ve planar mediasten (A) görüntülerinde retansiyon göstermiştir Ancak planar mediasten görüntülerinde net olarak seçilememektedir. Anterior görüntüde lezyonun derinliğinin lokalizasyonu net olarak yapılamazken lateral görüntülerde tiroid bezi inferiorunda olduğu tespit edilmiştir. Erken SPECT/BT görüntülerinde (B) lezyonun 11x8 mm boyutlu inferoanterior yerleşimli (inferior paratiroid adenomu) olduğu seçilmiştir. Aynı günde çekilen anterior pinhole tiroid sintigrafisi görüntüsünde (C) belirgin özellik saptanmamıştır.

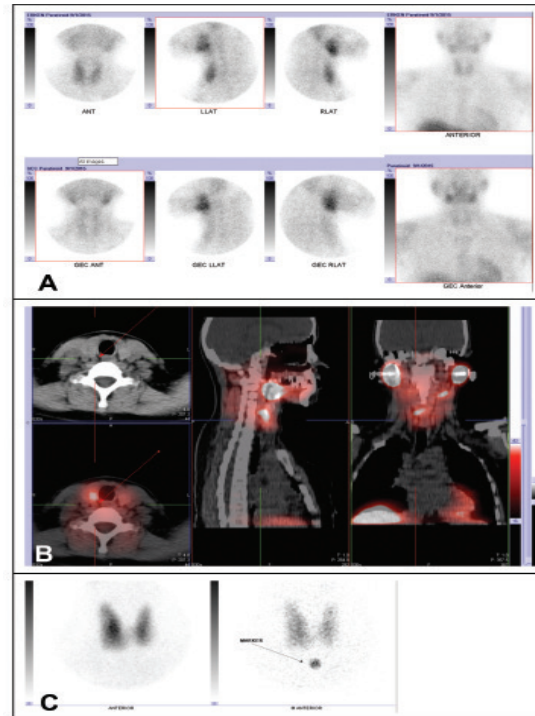
kullanılan yöntem olmuştur (13). Çift faz yönteminde, MIBI'nin tiroid bezinden temizlenme hızına bağlı olarak erken (10-15 dakika) ve geç (1,5-3 saat) görüntüleri alınır (11,12). Ektopik adenomlar açısından submandibuler bezlerden kalp girimine kadar boyun ve toraks görüntülerinin alınması gerekir. Paralel delikli kolimatörler kullanılarak çift faz yöntemi ile %75-%80 duyarlılık, %90-%95 özgülük oranlarına ulaşılmaktadır (2,14). Ancak, paratiroid adenomunda mitokondri içeriğine, P-glikoprotein varlığına, hücre siklusuna göre, %10-20 oranında görülebilen hızlı atılım durumunda duyarlılık, MIBI tutan tiroid adenomları, multiple tiroid nodülleri, mediastinal kitleler (Şekil



Şekil 2. Elli dokuz yaşında kadın hasta parathormon: 192 pg/mL ve Ca: 11,2 mg/dL değerleri ile MIBI paratiroid sintigrafisine gönderildi. Aynı günde çekilen anterior pinhole tiroid sintigrafisi görüntüsü (A) ile erken (B) ve geç (C) MIBI pinhole görüntülerinde belirgin özellik saptanmadı. Erken mediasten (D) görüntüsünde üst mediastende küçük bir alanda fokal MIBI tutulumu izlenirken geç mediasten (E) görüntüsünde tutulumun tamamen temizlendiği (erken washout) seçilmiştir. Erken SPECT/BT görüntülerinde (F) lezyonun 12x10 mm boyutlu anterior mediastende prevasküler yerleşimli (ektopik inferior paratiroid adenomu) olduğu saptanmıştır.

5), lenf nodları veya metastazların varlığında özgülük değerleri düşmektedir (2,11,12,14,15).

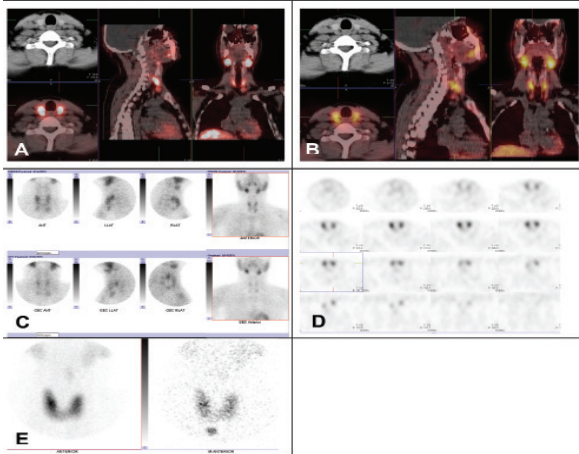
Tiroid bezine spesifik I-123 veya Tc-99m perteknetat ile MIBI çıkarma metoduyla çift faz metoduna göre daha iyi sonuçlar bildirilmiştir (11,12,15). Ancak, Tc-99m perteknetat ile MIBI'nin aynı fiziksel özellikleri olmasına bağlı teknik zorluklar, I-123'ün pahalı ve ulaşımı zor olması nedeni ile kullanım kısıtlılığı ve çıkarma tekniğinin kendi metodolojik zorlukları gibi dezavantajları nedeniyle, çıkarma metodu çift faz protokolü kadar kullanım alanı bulamamıştır. Her iki metotla da pin-hole kollimatör kullanarak daha iyi sonuçlar bildirilmiştir (14,15,16,17,18). Lateral veya anterior oblik görüntülerin alınması, adenomun anterior-



Şekil 3. Elli üç yaşında kadın hasta parathormon: 173 pg/mL ve Ca: 11,5 mg/dL değerleri ile MIBI paratiroid sintigrafisine gönderildi. Erken ve geç MIBI pinhole boyun ve planar mediasten (A) görüntülerinde erken ve geç fazda paratiroid adenomu ile uyumlu tutulum saptanmadı. Erken SPECT/BT görüntülerinde (B) sağ orta-alt posteriorda 6x7 mm boyutlu nodüler lezyonda hafifçe MIBI tutulumu (üst paratiroid adenomu) saptandı. Aynı günde çekilen anterior pinhole tiroid sintigrafisi görüntüsünde (C) belirgin özellik saptanmamıştır.

posterior lokalizasyonunu belirlemede (Şekil 1) faydalı olabilmektedir (16).

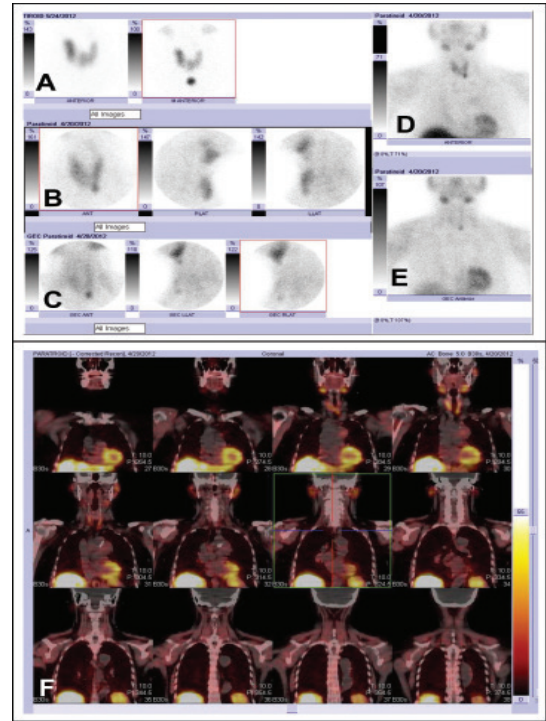
Gotthardt ve ark.'nın 2004 yılında 102 primer 27 sekonder HPT'li hastada yaptıkları çalışmada sırası ile %45 ve %39 olmak üzere çok düşük duyarlılık değerleri bulmuşlar ve literatüre göre genel olarak düşük buldukları sonuçlar nedeni ile değişik protokoller kullanılan 51 çalışmayı dahil ederek yaptıkları metaanalizde %39'dan %95 üzerine kadar değişen oranlar olduğunu bildirmişlerdir (19). Bu değişkenliğin yalnızca protokol değişikliği ile açıklanamayacağı ve bu nedenle iyi düzenlenmiş prospektif çalışmaların yapılması gerektiği sonucuna varmışlardır (19). Duyarlılığın düşmesinde adenomun boyutu, ağırlığı, parathormon seviyesindeki düşüklük, MDR pozitifliği, P-glikoprotein varlığı, planar sintigrafide düşük rezolüsyonlu paralel delikli kolimatörlerin kullanılması gibi faktörler ileri sürülse de çekim protokolünden bağımsız olarak en önemli faktörler multi gland hiperplazi ve birden çok adenom varlığıdır (5,6,7,8,11,12,14,15,16,17,18).



Şekil 4. Kronik böbrek yetmezliği ile diyaliz tedavisi gören 43 yaşında erkek hasta parathormon: 1,244 pg/mL ve Ca: 12,14 mg/dL değerleri ile MIBI paratiroid sintigrafisine gönderildi. Erken MIBI SPECT/BT görüntülerinde üst (A) ve alt (B) pollerde, büyüğü 9 mm'ye ulaşan bilateral nodüler/hiperplazik lezyonlar seçildi. Erken ve geç MIBI pinhole boyun ve planar mediasten (C) görüntülerinde erken fazda alt ve üst pollerde izlenen bilateral tutulumlar geç fazda retansiyon gösterdi. SPECT görüntülerinde (D) lezyonlardan sağ alt posterior dışındakiler izlenemedi. Aynı günde çekilen anterior pinhole tiroid sintigrafisi görüntüsünde (E) belirgin özellik saptanmadı.

Tek Foton Emisyon Tomografisi

SPECT'in planar çalışmaya üstünlüğü, kesitsel görüntüler ile lezyonun derinliğini ve tiroid bezine göre lokalizasyonunu saptayabilmesi, daha önce cerrahi hikayesi olanlarda ve mediastinal yerleşimli ektopik lezyonlarda daha iyi sonuçlar vermesi ve daha küçük lezyonları gösterebilmesi ile açıklanabilir. Ancak, planar sintigrafide göre SPECT ile yapılan PS ile daha yüksek duyarlılık oranları bildirilmekle birlikte belirgin fark olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (7,10,20,21,22,23,24,25). Çift fazlı görüntüleme,



Şekil 5. Kırk iki yaşında kadın hasta parathormon: 201 pg/mL ve Ca: 10,9 mg/dL değerleri ile MIBI PS'ne gönderildi. Aynı günde çekilen anterior pinhole boyun görüntüsünde (A) belirgin özellik saptanmadı. Erken (B) ve geç (C) MIBI pinhole boyun görüntüleri ile erken (D) ve geç (E) mediasten görüntülerinde sol tiroid lobu inferior komşuluğunda (inferior paratiroid adenomu) fokal MIBI tutulumu izlendi. Erken mediasten görüntüsünde anterior mediastende şüpheli MIBI tutulumu dikkati çekti. Erken SPECT/BT görüntülerinde (F) anterior mediastende aortikopulmoner pencereye invaze yaklaşık 5x6 cm boyutlu, kalsifikasyon içeren yumuşak doku dansiteli lezyonda hafifçe MIBI tutulumu izlenmiş ve post-op patolojisi karsinoid ile uyumlu olarak bulunmuştur.

SPECT erken veya geç fazda çekilebilir. Perez-Monte ve ark.'nın 47 hastada erken ve geç faz SPECT görüntülerini karşılaştırdıkları çalışmada, erken faz ile %91 duyarlılık oranına ulaşırken, geç fazda hızlı atılım nedeni ile %74 duyarlılık oranına ulaşabilmişlerdir (23). Civelek ve ark. ise 338 kişilik hasta grubunda (299 tek adenom, 23 çift adenom ve 55 hiperplastik bez olmak üzere 400 lezyon) yalnızca geç faz SPECT görüntüleri ile tek adenomlar için %96, çift adenomlar için %83 ve hiperplastik bezler için %45 duyarlılık oranlarına ulaşmışlardır (24). Moka ve ark. da erken faz planar, geç faz SPECT görüntüleri ile planar ve SPECT için 500 mg'dan küçük adenomlarda sırası ile %56 ve %91, 500 mg'dan büyük adenomlarda %81 ve 97 duyarlılık düzeyleri elde etmişlerdir (21). Lorbeyboym ve ark. erken faz SPECT ile dual faz çalışmayı karşılaştırdıkları 52 hastada, SPECT'in özellikle eşlik eden multinodüler guatr ve ektopik adenomlarda sağladığı üstünlük sayesinde, duyarlılık %79'dan %96'ya ulaşmıştır (25). Lavelly ve ark. da erken faz SPECT ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir (20).

Tomografik görüntüleme omuzlar görüntü alanında olduğu için, SPECT görüntülemenin, pinhole görüntülemeye göre daha az duyarlı olduğu ileri sürülmüştür (26). Spanu ve ark. 48 primer HPT, 19 sekonder HPT hastada pinhole kolimatör kullanarak yaptıkları SPECT çalışmasında hem primer (%97,9 pinhole SPECT; %87,7 planar) hem de sekonder (%92,1 pinhole SPECT; %78,4 planar) HPT'de planar çalışmaya göre daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir (27). Ancak, teknik dezavantajları nedeni ile pinhole SPECT'in rutin kullanımı önerilmemektedir (27).

Neumann ve ark. 61 primer HPT'li hastada SPECT ile yapılan MIBI/l-123 çıkarma PS'nde %71 gibi düşük duyarlılık oranı elde etmişlerdir (28). Tomografik görüntülerde çıkarma işleminin teknik zorlukları nedeni ile çıkarma işlemini yalnızca planar pinhole görüntülerde yapan ve tomografik görüntüleri vizüel olarak karşılaştırmayı öneren merkezler bulunmaktadır (29).

Tek Foton Emisyon Tomografisi/Bilgisayarlı Tomografi

Minimal invaziv cerrahinin başarısında en önemli faktörlerden birisi lezyonun lokalizasyonunun preoperatif görüntüleme yöntemleri ile kesin olarak belirlenmesidir. Krausz ve ark. 36 hastada yaptıkları çalışmada, SPECT ile yüksek duyarlılık oranlarına ulaşmakla birlikte, lezyon lokalizasyonunun kesin olarak belirlenemediği için cerraha yeterli yardımın yapılamadığını, bu nedenle SPECT/BT'nin gerekli olduğunu ileri sürmüşlerdir (30). SPECT/BT ilk olarak

2002 yılında bir olgu bildiriminde, ayrı ayrı çekilmiş SPECT ve BT görüntülerinin füzyonu ile ektopik mediastinal paratiroid adenomu görüntülemesinde kullanılmıştır (31). Hibrit SPECT/BT ile yapılan ilk önemli yayınlardan ikisi farklı sonuçlar bildirmiştir (20,31). Lavelly ve ark. daha önce opere olmamış, tek adenomu olan 98 primer HPT'li hastayı dahil ettikleri çalışmada, 15. dakika ve 2. saatte planar ve SPECT/BT çekimleri yapmışlar ve en iyi sonucu erken SPECT/BT ile geç planar, SPECT veya SPECT/BT görüntülerinin birlikte değerlendirilmesi ile elde etmişler ve sonuç olarak erken SPECT/BT'nin çalışmaya dahil edilerek çift fazlı çalışmayı önermişlerdir (20). Gayed ve ark. ise adenom ve hiperplazisi olan 48 primer HPT'li hastada yaptıkları çalışmada, SPECT/BT'nin yalnızca bir hastada teşhiste yardımcı olduğu, ve dört hastada daha iyi lokalizasyon sağladığı, bunların da ikisinin ektopik adenom olması nedeni ile ektopik adenom dışında SPECT/BT'nin klinik olarak bir fayda sağlamadığı sonucuna varmışlardır (32). Ancak çekimlerin ilk jenerasyon SPECT/BT ile yapıldığı ve BT çekiminin 10 dakika sürdüğü dikkate alınmalıdır. 2015 yılında SPECT/BT PS ile ilgili yayınlanan üç metaanalizde de SPECT/BT'nin en iyi metot olduğu sonucuna varılmıştır (33,34,35). Wong ve ark.'nın Ocak 2003-Mart 2014 arası yayınlanan 24 çalışmayı kapsayan metaanalizlerinde, primer ve sekonder HPT'si olan 1,276 hastada, SPECT/BT, SPECT ve planar görüntüleme için sırası ile %86, %74 ve %70 duyarlılık oranları bulmuşlardır (33). Bu oran primer HPT'de %90'a ulaşmış, nodüler tiroid hastalığında ise belirgin fark (%86) saptanmamıştır. Ektopik paratiroid adenomu oranı %4 ile %20 arasında olup, SPECT/BT ektopik lezyonun lokalizasyonunda da diğerlerine göre daha başarılı bulunmuştur (Şekil 2).

Treglia ve ark.'nın, Wong ve ark.'nın yaptıkları metaanalizde bulunmayan, 2012-2014 yıllarında yayınlanan altı farklı araştırmanın da dahil edildiği, yalnızca primer HPT'si olan ve daha önce opere olmamış 1,236 hastayı kapsayan 23 çalışma üzerinde yaptıkları metaanalizlerinde; 20 çalışma (943 hasta) hasta bazında, 19 çalışma (963 lezyon) lezyon bazında değerlendirilmiştir (34). Duyarlılık oranı, hasta ve lezyon bazında %88 olarak bulunmuştur. Cheung ve ark. ise primer HPT'de yaptıkları metaanalizde, US (%76,1) ve MIBI SPECT (%78,9) ile daha düşük duyarlılık oranları bildirmişlerdir (36). Gayed ve ark. da SPECT/BT'nin SPECT'e belirli bir üstünlüğü olmadığı için gereksiz radyasyon ve maliyetten kaçınmak için, SPECT/BT'yi yalnızca belirli hastalarda uygulanmasını önermişlerdir (32). Ancak, Treglia ve ark.'nın yaptıkları metaanalizde, birçok çalışmada

SPECT/BT ile hem lokalizasyonun daha iyi yapıldığı hem de duyarlılığın arttığı gösterilmiştir (34). Harris ve ark. SPECT/BT ile tek bir adenomun intraoperatif lokalizasyonunun %95 güven aralığı ile 19 mm içinde yapıldığını göstermişlerdir (37). Pata ve ark. da SPECT/BT'nin SPECT'e göre lezyonu daha iyi lokalize ettiğini (%86,7 %66,1 duyarlılık), cerrahi süresini kısalttığını (62 dakikadan 36 dakikaya) ve bu sayede maliyeti düşürdüğünü (150 avrodan, 48 avroya) bildirmişlerdir (38).

Wei ve ark.'nın primer HPT'li hastalarda SPECT/BT, SPECT ve planar MIBI PS çalışmalarını dahil ettikleri 18 çalışma üzerindeki metaanalizlerinde; sırası ile %84, %66 ve %63 duyarlılık, %95, %82, %90 pozitif prediktif değerleri bulmuşlardır (35). Sonuç olarak SPECT/BT'nin SPECT ve planar görüntülemeye göre lezyonu çok daha hassas ve duyarlı bir şekilde lokalize etmesi nedeni ile minimal invaziv cerrahide kullanılması gereken teşhis yöntemi olduğunu ileri sürmüşlerdir (Şekil 3).

Sekonder Hiperparatiroidi

Dört bezin hiperplazik olduğu sekonder HPT'de PS'nin duyarlılığının düşük olması nedeniyle yeri tartışmalıdır (11). Sekonder HPT'de kabul edilen iki cerrahi yöntem subtotal paratiroidektomi veya total tiroidektomi ile ototransplantasyon'dur. Ancak, beş yıl içinde nüks oranı %10-30'lara kadar çıkmaktadır (39). Cerrahi başarısızlığın en önemli nedenleri tespit edilemeyen multiglanduler hastalık ve ektopik yerleşimdir. Ektopik yerleşimli lezyonlarda da MIBI PS önerilmektedir. Ancak, Calderella ve ark. 24 çalışmada 471 sekonder HPT'si olan hasta üzerinde yaptıkları metaanalizde, %58 duyarlılık (%35-%90 arasında değişen), %93 özgüllük değerleri bulmuşlar ve bu nedenle preoperatif görüntülemeye ilk tercih olarak seçilmemesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir (40). Ancak çalışmalarında baz olarak planar PS'ni almışlar tek başına yapılan SPECT veya SPECT/BT çalışmalarını metaanalize dahil etmemişlerdir. Zhen ve ark. ise 90 hastada, SPECT/BT ve planar MIBI PS'sini karşılaştırdıkları çalışmada cerrahi olarak 310 bezi çıkarmışlar ve planar çalışma için %55,6, SPECT/BT için ise %78,9 duyarlılık oranı bulmuşlardır (41). Taieb ve ark.'nın yayınladıkları derlemede ise pinhole MIBI/I-123 çıkarma PS ile çift faza göre daha iyi sonuçlar elde edildiği ve üç çalışmada %66 ile %90 arasında değişen ve ortalama %75,4'e ulaşan duyarlılık değerleri elde edildiği belirtilmiştir (42). Yeni yayınlanan bir çalışmada ise sekonder HPT'si olan 60 hastada US ile %81, SPECT/BT MIBI PS ile %85, birlikte kullanıldıklarında %93 duyarlılık oranları bulmuşlardır (43).

Sonuç olarak, iyi bir teknik ile preoperatif dönemde ve nüks/persistan HPT durumunda MIBI sintigrafisi cerraha faydalı olabilmekte ve ameliyat öncesi kullanımı önerilmektedir (Şekil 4).

Multinodüler Guatr

PS'nin en önemli yanlış pozitiflik ve ektopik adenom (intratiroidal olduğu durumlarda) varlığında ise yanlış negatiflik nedenlerinden biri tiroid nodülleridir. Bu nedenle PS ile birlikte veya ayrı zamanlarda tiroid sintigrafisi çekmek doğru değerlendirme için önemlidir. Pata ve ark. 34 nodüler guatrlı hastada yaptıkları çalışmada, SPECT/BT ile %93,7, SPECT ile %80 duyarlılık oranları bulmuşlardır (44). Ayrıca, operasyon süresi SPECT/BT ile 56 dakikadan 38 dakikaya düşmüştür. Shafiei ve ark. ise nodüler guatrlı olan 48 hastada yaptıkları çalışmada, SPECT ile %77,5, SPECT/BT ile %67,3 duyarlılık, %96,7 ve %87,1 özgüllük oranları bulmuşlardır (45). Beş tanesi ektopik yerleşimli olmak üzere dokuz hiperplazik bezi SPECT/BT ile daha iyi lokalize etmişlerdir.

Sonuç olarak; HPT hastalarında SPECT/BT ile duyarlılık ve özgüllük, planar ve SPECT'e göre iyileşmekte ve özellikle minimal invaziv cerrahi açısından cerraha yol gösterici olmakta, operasyon süresi ve komplikasyonların azalmasına katkı sağlamaktadır.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

Kaynaklar

1. Fraser WD. Hyperparathyroidism. Lancet 2009;374:145-158.
2. Ruda JM, Hollenbeak CS, Stack BC Jr. A systematic review of the diagnosis and treatment of primary hyperparathyroidism from 1995 to 2003. Otolaryngol Head Neck Surg 2005;132:359-372.
3. Taubman ML, Goldfarb M, Lew JI. Role of SPECT and SPECT/CT in the surgical treatment of primary hyperparathyroidism. Int J Mol Imaging 2011;2011:141593.
4. Grant CS, Thompson G, Farley D, van Heerden J. Primary hyperparathyroidism surgical management since the introduction of minimally invasive parathyroidectomy: Mayo Clinic experience. Arch Surg 2005;140:472-478.
5. Bagul A, Patel HP, Chadwick D, Harrison BJ, Balasubramanian SP. Primary hyperparathyroidism: An analysis of failure of parathyroidectomy. World J Surg 2014;38:534-541.
6. Bergenfelz AO, Wallin G, Jansson S, et al. Results of surgery for sporadic primary hyperparathyroidism in patients with preoperatively negative sestamibi scintigraphy and ultrasound. Langenbecks Arch Surg 2011;396:83-90.

7. Eslamy HK, Ziessman HA. Parathyroid scintigraphy in patients with primary hyperparathyroidism: 99mTc sestamibi SPECT and SPECT/CT. *Radiographics* 2008;28:1461-1476.
8. Ahuja AT, Wonga KT, Ching AS, et al. Imaging for primary hyperparathyroidism-what beginners should know. *Clin Radiol* 2004;59:967-976.
9. Agarwal G, Barraclough BH, Reeve TS, Delbridge LW. Minimally invasive parathyroidectomy using the 'focused' lateral approach. II. Surgical technique. *Aust N Z J Surg* 2002;72:147-151.
10. Spanu A, Schillaci O, Piras B, Madeddu G. SPECT/CT in hyperparathyroidism. *Clin Transl Imaging* 2014;2:537-555.
11. Hindie´ E, Ugur O, Fuster D, et al. 2009 EANM parathyroid guidelines. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009;36:1201-1216.
12. Greenspan BS, Dillehay G, Intenzo C, et al. SNM practice guideline for parathyroid scintigraphy 4.0. *J Nucl Med Technol* 2012;40:111-118.
13. Taillefer R, Boucher Y, Potvin C, Lambert R. Detection and localization of parathyroid adenomas in patients with hyperparathyroidism using a single radionuclide imaging procedure with technetium-99m-sestamibi (double-phase study). *J Nucl Med* 1992;33:1801-1807.
14. Moralidis E. Radionuclide parathyroid imaging: a concise, updated review *Hell J Nucl Med* 2013;16:125-133.
15. Taieb D, Hindie E, Grassetto G, Colletti PM, Rubello D. Parathyroid scintigraphy when, how, and why? A concise systematic review. *Clin Nucl Med* 2012;37:568-574.
16. Arveschoug AK, Bertelsen H, Vammen B. Presurgical localization of abnormal parathyroid glands using a single injection of Tc-99m sestamibi: Comparison of high-resolution parallel-hole and pinhole collimators, and interobserver and intraobserver variation. *Clin Nucl Med* 2002;27:249-254.
17. Klingensmith WC 3rd, Koo PJ, Summerlin A, et al. Parathyroid imaging: the importance of pinhole collimation with both single- and dual-tracer acquisition. *J Nucl Med Technol* 2013;41:99-104.
18. Siegel A, Alvarado M, Barth RJ, Brady M, Lewis J. Parameters in the prediction of the sensitivity of parathyroid scanning. *Clin Nucl Med* 2006;31:679-682.
19. Gotthardt M, Lohmann B, Behr TM, et al. Clinical value of parathyroid scintigraphy with technetium-99m methoxyisobutylisonitrile: Discrepancies in clinical data and a systematic metaanalysis of the literature. *World J Surg* 2004;28:100-107.
20. Lavelly WC, Goetze S, Friedman KP, et al. Comparison of SPECT/CT, SPECT, and planar imaging with single- and dual-phase (99m) Tc-sestamibi parathyroid scintigraphy. *J Nucl Med* 2007;48:1084-1089.
21. Moka D, Voth E, Dietlein M, Larena-Avellaneda A, Schicha H. Technetium 99m-MIBI-SPECT: a highly sensitive diagnostic tool for localization of parathyroid adenomas. *Surgery* 2000;128:29-35.
22. Staudenherz A, Abela C, Niederle B, et al. Comparison and histopathological correlation of three parathyroid imaging methods in a population with a high prevalence of concomitant thyroid diseases. *Eur J Nucl Med* 1997;24:143-149
23. Perez-Monte JE, Brown ML, Shah AN, et al. Parathyroid adenomas: Accurate detection and localization with Tc-99m sestamibi SPECT. *Radiology* 1996;201:85-91.
24. Civelek AC, Ozalp E, Donovan P, Udelsman R. Prospective evaluation of delayed technetium-99m sestamibi SPECT scintigraphy for preoperative localization of primary hyperparathyroidism. *Surgery* 2002;131:149-157.
25. Lorberboym M, Minski I, Macadzib S, Nikolov G, Schachter P. Incremental diagnostic value of preoperative 99mTc-MIBI SPECT in patients with a parathyroid adenoma. *J Nucl Med* 2003;44:904-908.
26. Ho Shon IA, Yan W, Roach PJ, et al. Comparison of pinhole and SPECT 99mTc-MIBI imaging in primary hyperparathyroidism. *Nucl Med Commun* 2008;29:949-955.
27. Spanu A, Falchi A, Manca A, et al. The usefulness of neck pinhole SPECT as a complementary tool to planar scintigraphy in primary and secondary hyperparathyroidism. *J Nucl Med* 2004;45:40-48.
28. Neumann DR, Obuchowski NA, Difilippo FP. Preoperative 123I/99mTc-sestamibi subtraction SPECT and SPECT/CT in primary hyperparathyroidism. *J Nucl Med* 2008;49:2012-2017.
29. Hindie´ E, Zanotti-Fregonara P, Tabarin A, et al. The role of radionuclide imaging in the surgical management of primary hyperparathyroidism. *J Nucl Med* 2015;56:737-744
30. Krausz Y, Bettman L, Guralnik L, et al. Technetium-99m-MIBI SPECT/CT in primary hyperparathyroidism. *World J Surg* 2006;30:76-83.
31. Rubello D, Casara D, Fiore D, Muzzio P, Zonzin G, Shapito B. An ectopic mediastinal parathyroid adenoma accurately located by a single-day imaging protocol of Tc-99m pertechnetate-MIBI subtraction scintigraphy and MIBI-SPECT-computed tomographic image fusion. *Clin Nucl Med* 2002;27:186-190.
32. Gayed IW, Kim EE, Broussard WF, et al. The value of 99mTc-sestamibi SPECT/CT over conventional SPECT in the evaluation of parathyroid adenomas or hyperplasia. *J Nucl Med* 2005;46:248-252.
33. Wong KK, Fig LM, Gross MD, Dwamena BA. Parathyroid adenoma localization with 99mTc-sestamibi SPECT/CT: A meta-analysis. *Nucl Med Commun* 2015;36:363-375.
34. Treglia G, Sadeghi R, Schalin-Jäntti C, et al. Detection rate of 99m Tc-MIBI single photon emission computed tomography (SPECT)/CT in preoperative planning for patients with primary hyperparathyroidism: A meta-analysis. *Head Neck* 2015;doi: 10.1002/hed.24027.
35. Wei WJ, Shen CT, Song HJ, Qiu ZL, Luo QY. Comparison of SPET/CT, SPET and planar imaging using 99mTc-MIBI as independent techniques to support minimally invasive parathyroidectomy in primary hyperparathyroidism: A meta-analysis. *Hell J Nucl Med* 2015;18:127-135.

36. Cheung K, Wang TS, Farrokhyar F, Roman SA, Sosa JA. A meta-analysis of preoperative localization techniques for patients with primary hyperparathyroidism. *Ann Surg Oncol* 2012;19:577-583.
37. Harris L, Yoo J, Driedger A, et al. Accuracy of technetium-99m SPECT-CT hybrid images in predicting the precise intraoperative anatomical location of parathyroid adenomas. *Head Neck* 2008;30:509-517.
38. Pata G, Casella C, Magri GC, et al. Financial and clinical implications of low-energy CT combined with 99m Technetium-sestamibi SPECT for primary hyperparathyroidism. *Ann Surg Oncol* 2011;18:2555-2563.
39. Lai EC, Ching AS, Leong HT. Secondary and tertiary hyperparathyroidism: Role of preoperative localization. *ANZ J Surg* 2007;77:880-882.
40. Caldarella C, Treglia G, Pontecorvi A, Giordano A. Diagnostic performance of planar scintigraphy using 99mTc-MIBI in patients with secondary hyperparathyroidism: a meta-analysis. *Ann Nucl Med* 2012;26:794-803.
41. Zhen L, Li H, Liu X, Ge BH, Yan J, Yang J. The application of SPECT/CT for preoperative planning in patients with secondary hyperparathyroidism. *Nucl Med Commun* 2013;34:439-444.
42. Taieb D, Ureña-Torres P, Zanotti-Fregonara P, et al. Parathyroid scintigraphy in renal hyperparathyroidism: The added diagnostic value of SPECT and SPECT/CT. *Clin Nucl Med* 2013;38:630-635.
43. Yuana LL, Kan Y, Ma DQ, Yanga JG. Combined application of ultrasound and SPECT/CT has incremental value in detecting parathyroid tissue in SHPT patients. *Diagn Interv Imaging* 2016;97:219-225.
44. Pata G, Casella C, Besuzio S, Mittempergher F, Salerni B. Clinical appraisal of 99mtechnetium-sestamibi SPECT/CT compared to conventional SPECT in patients with primary hyperparathyroidism and concomitant nodular goiter. *Thyroid* 2010;20:1121-1127.
45. Shafiei B, Hoseinzadeh S, Fotouhi F, et al. Preoperative ^{99m}Tc-sestamibi scintigraphy in patients with primary hyperparathyroidism and concomitant nodular goiter: comparison of SPECT-CT, SPECT, and planar imaging. *Nucl Med Commun*. 2012;33:1070-1076.