

# Reoperatif tiroid cerrahisinde intraoperatif sinir monitörizasyonu: İlk sonuçlarımız

## Intraoperative neural monitoring in reoperative thyroid surgery: preliminary results

Bülent Çitgez, Gürkan Yetkin, Esin Kabul Gürbulak, İsmail Akgün, Hamdi Özşahin, Mehmet Uludağ

S.B. Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Genel Cerrahi Kliniği, İstanbul

### Özet

**Amaç:** İkincil tiroidektomilerde primer tiroid ameliyatlarına göre, postoperatif gelişen fibrozis ve skar dokusuna bağlı normal doku örüntüsünün kaybı nedeniyle kalıcı hipokalsemi ve rekürren larengeal sinirin yaralanma riski artmaktadır. Bu çalışmada intraoperatif sinir monitörizasyonunun rekürren paralizisini önlemedeki önemi araştırılmıştır.

**Gereç ve yöntem:** Bu çalışmada Ocak 2005 ile Ekim 2010 tarihleri arasında kliniğimizde ilk ameliyatta bir lobda total lobektomiden daha sınırlı rezeksiyon yapılan nüks guatr veya lokal nüks nedeni ile reoperatif tiroid cerrahisi uygulanan tiroid kanserli hastaların verileri retrospektif olarak incelendi. Hastalar intraoperatif sinir monitörizasyonu yapılan (grup 1) ve yapılmayan (grup 2) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Rekürren larengeal sinir paralizisi oranları karşılaştırıldı.

**Bulgular:** Yaş ortalaması  $49,5 \pm 11,8$  olan 23 hastanın (19 kadın, 4 erkek) 6'sı grup 1'de, 17'si grup 2'de saptandı. Grup 1'deki 6 hastanın 4'üne çift taraflı, 2'sine tek taraflı girişim yapıldı. Postoperatif dönemde 1 hastada (%10, sinir sayısına göre) geçici paralizisi saptandı. Rekürren sinir monitörizasyonu yapılmayan hastaların 12'sine çift taraflı, 5'ine ise tek taraflı girişim yapıldı. Postoperatif dönemde 2 hastada (%6,8, sinir sayısına göre) kalıcı vokal kord paralizisi saptandı. İki grup arasında geçici ve kalıcı vokal kord paralizisi açısından istatistiki olarak anlamlı fark saptanmadı ( $p > 0,05$ , her iki karşılaştırma için).

**Sonuç:** Bu çalışmadaki sınırlı sayıdaki sinir monitörizasyonlu olgular kliniğimizdeki reoperatif girişimlerdeki ilk sonuçlarımızı yansıtmaktadır. Gruplar arasında anlamlı

### Abstract

**Aim:** Due to postoperative fibrosis and loss of normal tissue pattern caused by scar tissue, the risks of permanent hypocalcemia and recurrent laryngeal nerve injury increase in secondary thyroidectomies as compared with primary thyroid operations. In this study, the importance of nerve monitoring in the prevention of recurrent nerve paralysis was investigated.

**Methods:** The records of patients who had undergone limited resection of a lobe rather than total lobectomy in their first operation and who underwent reoperative thyroid surgery between January 2005 and October 2010 because of recurrence of goitre or local recurrence, were reviewed retrospectively. The patients were divided into two groups, as those who were subjected to nerve monitoring (group 1), and those who were not (group 2). Recurrent laryngeal nerve palsy rates were compared in the two groups.

**Results:** The mean age of the 23 patients was  $49.5 \pm 11.8$  years. There were 6 patients in group 1 and 17 patients in group 2. In group 1, 4 patients had undergone bilateral surgical intervention, while unilateral intervention had been performed in 2 patients. One patient (10% by number of nerves) had suffered from a temporary paralysis postoperatively. In the group without recurrent nerve monitoring, 12 patients had undergone bilateral intervention and 5 had undergone a unilateral intervention. Permanent vocal cord paralysis had developed in 2 patients (6.8% by number of nerve) postoperatively. There was no significant difference between the two groups in terms of temporary or permanent vocal cord paralysis ( $p > 0.05$ ).

**Yazışma Adresi | Correspondence:** Dr. Bülent Çitgez  
Şişli Etfal Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Genel Cerrahi Kliniği, İstanbul  
e-posta: bcutgez@yahoo.com

**Başvuru tarihi | Submitted on:** 17.07.2011  
**Kabul tarihi | Accepted on:** 11.08.2011

fark saptanmamasına rağmen, monitörizasyon grubunda kalıcı sinir paralizisi olmaması, bu yöntemin reoperatif tiroid cerrahisinde kalıcı sinir hasarı riskini önlemede katkısı olabileceğini düşündürmektedir. Sinir monitörizasyonunun öncelikle reoperatif tiroid cerrahisinde seçilmesi gereken yardımcı bir yöntem olduğu kanısındayız.

**Anahtar sözcükler:** tiroid, cerrahi, paralizisi

**Conclusions:** The limited number of patients with nerve monitoring in this study reflect the first results of reoperative interventions in our clinic. Although there was no significant difference between the groups, the absence of any permanent nerve damage in the monitored group suggests that nerve monitoring in reoperative thyroid surgery contributes to prevention of risk of permanent nerve damage. We believe that the nerve monitoring procedure must be selected primarily for recurrent thyroid surgery as an auxiliary method.

**Keywords:** thyroid, surgery, paralysis

## Giriş

Tiroidektomi, iyot yetersizliği olan bölgelerde en sık yapılan operasyonlardan biridir. Tiroidektomiler sırasında en sık karşılaşılan komplikasyonlar rekürren larengeal sinir (RLS) yaralanması ve hipoparatiroididir<sup>1,2</sup>. Geçici sinir yaralanması total tiroidektomide %1-10, subtotal tiroidektomide %0,9-6 olmasına rağmen kalıcı paralizisi her ikisinde de %0-1,4'tür<sup>2-4</sup>. Aynı şekilde her iki ameliyatta da kalıcı hipoparatiroidi oranı %1 veya daha azdır. Ülkemizde, birçok merkezde benign ya da şüpheli malignite tanısı olan olguların çoğunda halen subtotal tiroidektomi uygulanmaktadır<sup>4</sup>. Subtotal rezeksiyonlar sonrasında nüks oranları %3-30'a kadar ulaşmaktadır<sup>1,3,4</sup>. Nüks guatrlarda operasyon bölgesel yapışıklıklar ve anatomik değişiklikler nedeniyle teknik olarak zordur ve RLS ve paratiroid ile ilgili komplikasyon oranları yüksektir<sup>4,5</sup>.

İlk tiroid ameliyatından sonra gelişen inflamasyon, skar dokusu, kanama ve ödem, erken dönemde yapılacak sekonder tiroid cerrahisinde anatomik yapıların seçilmesini ve dolayısıyla diseksiyonu zorlaştırabilmektedir<sup>6</sup>. Reoperasyonlarda gerek RLS, gerekse paratiroid ile ilgili komplikasyon oranı da 4-8 kat artmaktadır<sup>3-5</sup>. Birçok çalışma intraoperatif sinir monitörizasyonu (İOSM) ile sinirin ortaya konmasının kalıcı sinir zedelenmesini azalttığını göstermiştir.

Bu çalışmamızda amacımız, daha önceden gerek kliniğimizde gerekse başka merkezlerde total tiroidektomi dışında bir operasyon yapılmış ve tamamlayıcı tiroidektomi uygulamak zorunda kaldığımız hastalarda sinir monitörizasyonunun RLS hasarı ve buna bağlı vokal kord paralizisini önlemedeki başarısını değerlendirmektir.

## Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada, Ocak 2005 ile Ekim 2010 tarihleri arasında kliniğimizde ilk ameliyatta bir lobda total lobektomiden daha sınırlı rezeksiyon sonrası nüks guatr veya

lokal nüks nedeni ile ikincil tiroid cerrahisi uygulanan tiroid kanserli hastaların verileri retrospektif olarak incelendi. Hastalar sinir monitörizasyonu yapılan (grup 1) ve yapılmayan (grup 2) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Hastalara preoperatif ve postoperatif vokal kord muayenesi yapıldı. Altı ay veya daha uzun sürmüş olan vokal kord paralizileri kalıcı, altı aydan kısa süren vokal kord paralizileri ise geçici vokal kord paralizisi olarak kabul edildi<sup>7</sup>. Geçici ve kalıcı RLS paralizisi oranları karşılaştırıldı. RLS monitörizasyonu yapılan hastalarda RLS, karotis altında tiroid lojuna girdiği bölgeden larinkse giriş bölgesine kadar trasesi takip edilerek korundu.

Grup 1'de entübasyon nöromüsküler blokajsız gerçekleştirildi. Endotrakeal-bazlı görüntüleme sistemleri (örn: Medtronic NIM, Jacksonville, FL) gerçek zamanlı EMG aktivitesi için bilateral tiroaritenoid kasları görüntülemeye kullanılmaktadır. Nöral stimülasyon, akım 1.5 mA'ya ayarlanarak tek kullanımlık bir prob ile gerçekleştirildi. RLS'nin saptanmasından önce vagus sinirinden orijinal bir EMG sinyali alındı. RLS yakınında diseksiyon öncesi tübün yerleştirilmesinin uygunluğunu saptamak üzere vagal stimülasyon kullanıldı. Başlangıç noktasında stimülasyon seviyesi 1.5 mA'ya ve eşik 100 mV'ye ayarlandı. Trakeoözofageal olukta RLS bulunduğu, RLS'den sinyal alındı ve RLS tam olarak disseke edilip ayrıldı. 2 mA'da sinyal alınmadıysa başarısız yerleştirme olarak değerlendirildi. Operasyon sahasının tam hemostazı sonrası vagus siniri son kez test edildi.

Operasyon sonrası gelişen sonuçlar Pearson Ki-kare ve Mann-Whitney-U testi kullanılarak istatistiki olarak değerlendirildi.

## Bulgular

Yaş ortalaması 49,5±11,8 yıl olan 23 hastanın (19 kadın, 4 erkek) 6'sı grup 1, 17'si grup 2'de idi. Grup 1'deki 6 hastanın 4'üne çift taraflı, 2'sine tek taraflı girişim yapılmıştı ve risk altında 10 sinir mevcuttu. Postoperatif 1 hastada (%10, sinir sayısına göre) sol vokal kordda ge-

çici paralizi saptandı. Grup 2'de 29 risk altındaki sinirin 12'sine çift taraflı, 5'ine ise lokal nüks nedeniyle tek taraflı girişim yapıldı. Grup 2'de preoperatif olguların 2'sinde sol, 1'inde sağ vokal kord paralizi mevcuttu. Postoperatif grup 2'de 2 hastada (bir hastada sağ, diğer hastada sol) (%6,8, sinir sayısına göre) kalıcı vokal kord paralizi saptandı. İki grup arasında geçici ve kalıcı vokal kord paralizi açısından istatistik olarak anlamlı fark saptanmadı (her iki karşılaştırma için  $p>0,05$ ). İkincil operasyon ortanca süresi 110 ay (3-240) bulundu (Tablo 1).

## Tartışma

Benign veya malign bir patoloji nedeniyle total tiroidektomi dışında ameliyat yapılmış hastalarda, geride kalan tiroid dokusu nüks veya rezidü hastalık riski taşımaktadır. Genel olarak daha önce tiroid ameliyatı geçirmiş hastalarda yapılan tüm ikincil girişimler tamamlayıcı tiroidektomi olarak tanımlanmaktadır<sup>8-10</sup>. Ancak, daha önce tek taraflı lobektomi geçirmiş hastalarda ikincil girişimde diğer lobun çıkarılması tamamlayıcı tiroidektomi, daha önce subtotal rezeksiyon uygulanmış ve bırakılmış bakiye tiroid dokusuna yönelik cerrahi girişim yapılması ise "revizyon tiroidektomisi" olarak adlandırılmaktadır<sup>11</sup>.

Revizyon tiroidektomi operasyonlarının tümünde tiroid lojunda ilk operasyona sekonder meydana gelen fibroze bağlı yapışıklıklar anatominin tam olarak ortaya konulmasını güçleştirir<sup>12,13</sup>. İkinci tiroid girişiminden sonra en sık komplikasyon %3-13 oranlarında görülen RLS yaralanmasıdır<sup>8-13</sup>. Bu nedenle revizyon tiroidektomi operasyonu yapılacak hastalarda İOSM yapılarak, RLS'nin anatomideki bu değişikliklerden dolayı görülebilirliğinin artırılması ve postoperatif sinir komplikasyonlarının azaltılmasına çalışılmaktadır.

İOSM için tartışılan üç konu mevcuttur. Birincisi nörogörüntüleme cerrahın rekürren siniri güvenli bir şekilde saptayabilme kabiliyetini artırır, bu da büyük ihtimalle artan popülaritesinin sebeplerinden biridir. İkincisi cerrahiye sonlandırmadan önce RLS'nin fonksiyonel bütünlüğünü saptamaktır. Üçüncüsü nörogörüntüleme, anatomik varyasyonlar, reoperasyonlar ve

malignite cerrahisi gibi zor koşullarda cerrah için rehberlik sağlayabilir<sup>14</sup>. Bütün bu avantajlarına rağmen çeşitli çalışmalarda İOSM yapılan ve yapılmayan serilerde sinir paralizi komplikasyonu açısından anlamlı fark saptanamamıştır. Barczynski ve ark. tarafından yapılan prospektif, randomize çalışmada, daha önce tiroid ve paratiroid operasyonu geçirmeyen, her biri 500 olgu içeren iki grup oluşturularak risk altındaki 2000 siniri ikiye bölüp bir gruba eksplorasyon, diğer gruba ise hem eksplorasyon, hem de İOSM uygulanmış ve iki grup arasında sadece geçici paralizi yönünden fark saptanmıştır<sup>15</sup>. Aynı çalışmada RLS'yi korumanın en iyi yönteminin sinir eksplorasyonu olduğu vurgulanmıştır. Erbil ve ark. tarafından yapılan 237 hastalı prospektif çalışmada risk altındaki 409 rekürren sinir 2 grup halinde incelenmiştir<sup>16</sup>. Grup 1'de (n=210) İOSM yapılmadan tiroidektomi yapılmış, grup 2'de ise (n=199) İOSM yapılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda gruplar arasında postoperatif komplikasyonlar açısından anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada ayrıca sinir monitörizasyonu yapılan grupta RLS'nin anatomik olarak ortaya konmasındaki sürenin diğer gruba göre kısa olduğu tespit edilmiştir<sup>16</sup>. İlk bakışta bu özelliğin klinik olarak bir önemi olmadığı düşünülse de sinirin kısa sürede tespit edilmesinin operasyon süresini kısaltarak cerrahın stres seviyesini azalttığı bildirilmiştir<sup>16</sup>. Bu nedenle İOSM'nin, tiroidektomilerde kısa sürede RLS tespiti açısından ve cerrah üzerindeki stresin azaltılması yönünden önemli olduğu bildirilmiştir<sup>16</sup>.

Hemmerling ve ark. 151 olguluk 266 sinir riskini kapsayan prospektif çalışmasında 6 olguda tek taraflı geçici paralizi, bir olguda bilateral kalıcı paralizi gelişmiştir<sup>17</sup>. Rekürren guatr nedeniyle opere edilen ve risk altındaki 23 sinirde 3 (%11,5) geçici paralizi görülmüştür. Yarbrough ve ark. reoperatif tiroid ve paratiroid cerrahisinde İOSM'nin etkisini endoskopik uygulanan hook elektrotlar ile değerlendirmişler ve İOSM'siz grup ile karşılaştırmışlardır<sup>18</sup>. Kalıcı sinir paralizi oranını monitörizasyonlu grupta %1,9, monitörizasyonsuz grupta %1,7 olarak bulup fark saptamamışlardır. Araştırmacılar reoperatif cerrahide bu yöntemin güvenli bir şekilde uygulanabileceğini, fakat paralizi oranını düşürmediğini belirtmişlerdir. Sinirle ilgili komplikasyonları minimuma indirmek için en önemli faktörlerin deneyim ve rutin sinir eksplorasyonu olduğunu ifade etmişlerdir<sup>18</sup>.

Hermann ve ark. 502 (328 hasta) risk altındaki sinir üzerinde İOSM ile yaptıkları çalışmada, sinir monitörizasyonunun postoperatif sonuçları öngörmedeki başarısını değerlendirmişlerdir<sup>19</sup>. Benign sebeplerle reoperasyon yapılan risk altındaki 197 sinirin 19'ünde (%9,6) sinirde geçici paralizi saptanırken bunun 8'i (%4) kalıcı bulunmuş, malign sebeplerle reoperasyon geçiren 31 risk altındaki sinirin 4'ünde (%12,9) geçici paralizi

**Tablo 1:** İntraoperatif sinir monitörizasyonu yapılan grup 1 ve yapılmayan grup 2'nin karşılaştırılması.

	Grup 1	Grup 2
Risk altındaki sinir sayısı	10	29
Geçici paralizi sayısı	1	-
Kalıcı paralizi sayısı	-	2
Ortalama yaş	49 (26-60)	49 (30-63)
Kadın/Erkek	4/2	15/2
Nüks guatr	10	21
Lokal nüks	-	5

saptanırken bunun 1'i (%3,2) kalıcı olmuştur. Aynı çalışmada benign sebeplerle ilk defa opere edilen 179 risk altındaki sinirin 7'sinde (%3,9) geçici paralizi saptanırken, malign sebeplerle ilk defa operasyon geçiren 74 risk altındaki sinirin 11'inde (%14,9) geçici, 4'ünde (%5,4) ise kalıcı paralizi gelişmiştir. Çalışmacılar benign ve malign reoperasyon yapılan olgularda sinir monitörizasyonunun postoperatif geçici sinir paralizisini tahminde sensitivitesini sırası ile %57,1 ve %25 olarak saptamışlardır. Benign nedenlerle reoperasyon yapılan olgularda kalıcı sinir paralizisi sensitivitesini ise %44,4 olarak belirlemişlerdir. Spesifisite ise teknik problemler minimize edilerek hesaplandığında benign ve malign reoperasyonlar için sırası ile %99,3 ve %100 olarak belirlenmiştir. Geçici paralizi için negatif prediktif değer sırası ile %95,9, %94,7 olup, kalıcı paralizi için ise %97,9 ve %100 olarak belirlenmiştir. Çalışmacılar özellikle komplike ikincil girişimlerde RLS bulmak için İOSM kullanılabilirliğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte spesifisite ve negatif prediktif değerlerin %95 ve üzerinde yüksek olmasının yanlış güven hissi oluşturduğunda tehlikeli olabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca sensitivitenin düşük olması nedeni ile postoperatif sonuçları öngörmede güvenilir bir yöntem olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmanın genelinde intraoperatif sinir monitörizasyonu normal olan 11 hastada postoperatif paralizi gelişmiş olup, preoperatif vokal kord paralizisi olan 21 hastanın 14'ünü sinir monitörizasyonu ile saptayabilmişlerdir<sup>18</sup>.

Çalışmamızda İOSM grubunda benign sebeplerle yapılan reoperasyonda 10 risk altındaki sinirden birinde geçici paralizi gelişmiştir. İOSM yapılmayan 24 risk altındaki sinirden 2'sinde kalıcı paralizi gelişmişken, lokal nüks nedeniyle opere edilen ve İOSM yapılmayan 5 sinirde paralizi saptanmamıştır. İki grup arasında kalıcı paralizi yönünden anlamlı fark saptanmamasını çalışmamızdaki vaka sayısının azlığına bağlamaktayız.

İlk olarak 1970 yılında Flisberg ve Lindholm krikotiroid membrandan geçerek m.vocalis'e yerleştirilen iğne elektrodlar kullanarak intraoperatif monitörizasyon uygulamalarından bu yana sistem daha da geliştirilmiştir<sup>20</sup>. Sinirin saptanması için kullanılan elektriksel stimülasyon, monopolar veya bipolar stimülatör kullanımını içerir. Selesnick, monopolar stimülasyonun, bipolar stimülasyonda görülen akım yönünün değişmesi ve stimülasyon uzaklığından kaynaklanan yanlış negatiflerin oranını azaltarak siniri lokalize etmekte daha etkin olduğunu belirtmiştir<sup>21</sup>. Çalışmamızda da tercih edilen yöntem olan monopolar stimülasyon, özellikle normal anatominin bozulduğu revizyon tiroid cerrahilerinde yardımcı olabilir.

Daha önce tarif edilen çeşitli stimülasyon ve kayıt yöntemlerinin kullanımı ile RLS başarı ile saptandıktan sonra, rezeksiyon sırasında sinirin nöral bütünlüğünü sağlama amaçlı sürekli EMG görüntüleme yapılır. Sinirin direkt gözlemi, fonksiyonunu belirlemez ve sinir ya-

ralanmasını değerlendiremez. Revizyon tiroid prosedürünün bu fazında yaralanmanın en sık karşılaşılan nedenleri, termal stimülasyon, mekanik baskı travması veya traksiyondur<sup>22-24</sup>. Serimizde bir İOSM'li hastada postoperatif geçici paralizi gelişmiş olup, Hermann ve ark. belirttiği gibi ameliyatta bu hastada sinir monitörizasyonunda aktivite kaybı saptamadık<sup>19</sup>. Bunun termal stimülasyona bağlı olduğunu düşündük. Hastanın poliklinik takibinde beş ayda paralizinin geri döndüğünü saptadık.

Sonuç olarak rekürren veya persistan tiroid kanseri için reoperasyon cerrah için zorluk içerir. İstatistiksel olarak fark bulunmamasına rağmen İOSM yapılan grupta kalıcı sinir paralizisi gelişmemesi, bu yöntemin reoperatif tiroid cerrahisinde kalıcı sinir hasarı riskini önlemede katkısı olabileceğini düşündürmektedir. Sinir monitörizasyonunun öncelikle rekürren tiroid cerrahisinde seçilmesi gereken yardımcı bir yöntem olduğu kanısındayız.

## Kaynaklar

1. Müller PE, Jakoby R, Heinert G, Spelsberg F. Surgery for recurrent goitre: its complications and their risk factors. *Eur J Surg* 2001;167:816-821.
2. Erbil Y, Barbaros U, Salmaloğlu A ve ark. Tiroid reoperasyonunda zaman önemli mi? *Endokrinolojide Diyalog* 2006;1:32-38.
3. Moalam J, Suh I, Duh QY. Treatment and prevention of recurrence of multinodular goiter: an evidence-based review of the literature. *World J Surg* 2008;32:1301-1312.
4. Korkmaz Ö, Yılmaz HG, Taçyıldız İ. Nüks noduler guatr nedeniyle yapılan re-tiroidektomilerde klinik deneyimlerimiz. *Dicle Tıp Dergisi* 2007;34:254-257.
5. Doğanay M, Mahanoğlu R, Kama NA, Reis E, Gözalan U, Kesici E. Tiroidektomi sonrası rekürren laringeal sinir yaralanmalarını etkileyen faktörler. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri* 1999;19:193-199.
6. Kupferman ME, Mandel SC, DiDonato L, Weber RS. Safety of completion thyroidectomy following unilateral lobectomy for well-differentiated thyroid cancer. *Laryngoscope* 2002;112:1209-1212.
7. Connolly TM, Watters DA. Monitoring performance in thyroidectomy: cumulative sum analysis of outcomes. *Thyroid* 2010;20:407-412.
8. Sitges-Serra A, Sancho JJ. Surgical management of recurrent and intratoracic goiters. In: Clark OH, Duh QY, Kebedew E (eds). *Textbook of Endocrine Surgery*. Second edition, Elsevier Saunders, Philadelphia, 2005:304-317.
9. İşgör A. Tiroidektomi. In: İşgör A (ed). *Tiroit Hastalıkları ve Cerrahisi*. 1. baskı, Avrupa Tıp Kitapçılık Ltd. Şti. 2000:551-582.
10. Reeve TS, Delbridge L, Brady P, et al. Secondary thyroidectomy: a twenty-year experience. *World J Surg* 1988;12:449-453.
11. Pasieka JL. Reoperative thyroid Surgery. In: Randolph GW (ed). *Surgery of the thyroid and parathyroid glands*. First edition, Saunders, Philadelphia. 2003:385-391.
12. Müller PE, Jakoby R, Heinert G, et al. Surgery for recurrent goitre: its complications and their risk factors. *Eur J Surg* 2001;167:816-821.
13. Tan MP, Agarwal G, Reeve TS, Barraclough BH, Delbridge LW. Impact of timing on completion thyroidectomy for thyroid cancer. *Br J Surg* 2002;89:802-804.

14. Hermann M, Hellebart C, Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury. *Ann Surg* 2004;240:9-17.
15. Barczynski M, Konturek A, Cichon S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg* 2009;96:240-246.
16. Sari S, Erbil Y. Evaluation of recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Int J Surg* 2010;8:474-478.
17. Hemmerling TM, Schmidt J, Bosert C, et al. Intraoperative monitoring of the recurrent laryngeal nerve in 151 consecutive patients undergoing thyroid surgery. *Anesth Analg* 2001;93:396-399.
18. Yarbrough DE, Thompson GB, Kasperbauer JL, Harper CM, Grant CS. Intraoperative electromyographic monitoring of the recurrent laryngeal nerve in reoperative thyroid and parathyroid surgery. *Surgery* 2004;136:1107-1115.
19. Hermann M, Hellebart C, Freissmuth M. Neuromonitoring in thyroid surgery: prospective evaluation of intraoperative electrophysiological responses for the prediction of recurrent laryngeal nerve injury. *Ann Surg* 2004;240:9-17.
20. Flisberg K, Lindholm T. Electrical stimulation of the human recurrent laryngeal nerve during thyroid operation. *Acta Otolaryngol* 1970;263:63-67.
21. Selesnick SH. Optimal stimulus duration for intraoperative facial nerve monitoring. *Laryngoscope* 1999;109:1376-1385.
22. Prell J, Rampp S, Romstock J, et al. Train time as a quantitative electromyographic parameter for facial nerve function in patients undergoing surgery for vestibular schwannoma. *J Neurosurg* 2007;106:826-832.
23. Lenarz T, Ernst. Intraoperative facial nerve monitoring in the surgery of cerebellopontine angle tumors: improved preservation of nerve function. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1994;56:31-35.
24. Grabb PA, Albright AL, Sclabassi RJ, et al. Continuous intraoperative electromyographic monitoring of cranial nerves during resection of fourth ventricular tumor in children. *J Neurosurg* 1997;86:1-4.