

# Tiroidektomi Esnasında Rekürren Laringeal Sinirin Yaralanma Mekanizmaları ve Devamlı İntraoperatif Sinir Monitorizasyonunun Cerrahi Strateji Üzerine Etkisi

İsmail Cem Sormaz<sup>1</sup>, İbrahim Fethi Azamat<sup>1</sup>, Fatih Tunca<sup>1</sup>, Yasemin Giles Şenyürek<sup>1</sup>

## ÖZET:

Tiroidektomi esnasında rekürren laringeal sinirin yaralanma mekanizmaları ve devamlı intraoperatif sinir monitorizasyonunun cerrahi strateji üzerine etkisi

**Amaç:** Tiroidektomi esnasında rekürren laringeal sinirin (RLN) yaralanma mekanizmalarını ve devamlı intraoperatif sinir monitorizasyonunun (D-İONM) cerrahi strateji üzerine etkisini değerlendirmek

**Gereç ve Yöntemler:** Haziran 2014-Ocak 2016 arası total veya hemitiroidektomi yapılan ardışık 364 hastanın verileri prospektif olarak değerlendirildi. Tüm hastalar D-İONM kullanılarak ameliyat edildi. RLN yaralanma mekanizmaları, kombine olaylar (KO) ve sinyal kayıpları (SK) değerlendirildi.

**Bulgular:** Üç yüz altmış dört hastanın 6'sında (%1.6) KO gelişti. Elektromiyografideki (EMG) amplitüd azalması ve latensdeki artış medial manevraya dönülmesinden sonra tüm hastalarda düzeldi. Yedi hastada (%1.9) SK saptandı. SK'nin mekanizması; 1 hastada (%14.3) sinir ön dalının bağlanması, 4 hastada (%57.0) ise gerilmeydi. İntratorasik büyük kuatri olan 2 hastada (%28,6) ise SK'nin muhtemel mekanizması aşırı gerilme veya transeksiyon olarak değerlendirildi. Bu yedi hastanın 1 tanesinde (%14.3) SK ameliyat esnasında 20 dakika bekleme sonrası düzeldi. Kalan 6 hastanın (%85.7) ise ameliyat sonrası yapılan laringoskopik muayenelerinde vokal kord paralizisi (VKP) saptandı. Tüm hasta grubunda tek taraflı geçici ve kalıcı VKP oranı sırasıyla %1.6 (n=6) ve %0.8 olarak saptandı. Hiçbir hastada kalıcı VKP saptanmadı. D-İONM, bir hastada (%0.3) bilateral VKP'yi önledi.

**Sonuç:** D-İONM'nin en büyük avantajı RLN hasarı durumunda cerrah anında uyarmasıdır. KO gelişebilecek SK'nı gösteren patognomonik bir bulgudur. Bu durumda cerrah ters yöne doğru bir manevra yaparak kalıcı hasar gelişmesini önler. D-İONM ayrıca tiroidektomi esnasında RLN yaralanmasını anında gösterir. Böylece cerrah etkilenen sinir bölgesine yönelik rahatlatıcı bir harekette bulunabilir. Kalıcı SK'da ise bilateral SK'yi önlemek için aşamalı tiroidektomi planlanabilir.

**Anahtar kelimeler:** Devamlı intraoperatif sinir monitorizasyonu, tiroid cerrahisi, İONM, D-İONM, rekürren laringeal sinir yaralanması, vokal kord hasarı, sinyal kaybı

## ABSTRACT:

The mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy and the impact of continuous intraoperative nerve monitoring on surgical strategy

**Objective:** To evaluate the mechanisms of recurrent laryngeal nerve (RLN) injury during thyroidectomy and the impact of continuous intraoperative nerve monitoring (C-IONM) on surgical strategy.

**Material and Methods:** The data of 364 consecutive patients who underwent total or hemithyroidectomy between June 2014 and January 2016 were evaluated prospectively. All patients underwent thyroidectomy by using C-IONM. The mechanisms of RLN injury and the outcomes of the patients with combined events (CE) and loss of signal (LOS) were evaluated.

**Results:** Combined events (CE) occurred in 6 (1.6%) of these 364 patients. The reduced electromyographic (EMG) amplitude and prolonged latency recovered in all patients intraoperatively by the reversal of the medial traction maneuver. Loss of signal (LOS) occurred in 7(1.9%) patients. The mechanisms of LOS was ligation of the anterior branch of the nerve in 1 (14.3%) patient and traction in 4(57%) patients. The probable mechanism of LOS was traction or transection in 2 (28.6%) patients in whom LOS occurred during the dissection of the intrathoracic portion of large substernal goiter. Of these 7 patients, LOS recovered intraoperatively after 20 minutes of waiting in 1(14.3%) patient. In the remaining 6 (85.7%) patients, unilateral vocal cord paralysis (VCP) was verified on the postoperative laryngoscopic examination. The overall temporary and permanent unilateral VCP rates were 1.6% (n=6) and 0.8% (n=3), respectively in these 364 patients. No bilateral VCP was recorded. Continuous intraoperative nerve monitoring (C-IONM) prevented bilateral VCP in 1 (0.3%) patient.

**Conclusion:** The major advantage of C-IONM is to alert the surgeon for imminent RLN injury. Combined event (CE) is a pathognomonic sign of impending nerve injury that may progress to LOS. This situation enables the surgeon to adverse (reverse) the surgical maneuver before permanent damage to the nerve sets in. Continuous intraoperative nerve monitoring (C-IONM) can also immediately spot RLN injury during thyroidectomy. This property of C-IONM gives the surgeon the opportunity for an early corrective action to release the affected nerve promptly. In case of permanent LOS, staged thyroidectomy could be planned to prevent bilateral VCP.

**Keywords:** Continuous intraoperative neuromonitoring, Thyroid surgery, İONM, C-IONM, recurrent laryngeal nerve injury, vocal cord palsy, loss of signal

Ş.E.E.A.H. Tıp Bülteni 2017;51(1):37-42



İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı, İstanbul - Türkiye

Yazışma Adresi / Address reprint requests to:  
İsmail Cem Sormaz,  
İstanbul Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Ana Bilim Dalı, İstanbul - Türkiye

E-mail / E-posta:  
icsormaz@gmail.com

Geliş tarihi / Date of receipt:  
21 Şubat 2017 / February 21, 2017

Kabul tarihi / Date of acceptance:  
27 Şubat 2017 / February 27, 2017

## GİRİŞ

Rekürren Laringeal Sinir (RLN) hasarı tiroid ameliyatında yaşam kalitesini bozabilen önemli bir komplikasyondur (1). Tiroid ameliyatında, geçici vokal kord paralizi (VKP) riski (%2-5.1) kalıcı RLN hasarı riskinden (%0.6-1) daha yüksektir (2-5). Bununla birlikte, daha önce boyun bölgesine girişim geçirmiş hastalarda inatçı veya nöks hastalık nedeniyle yapılan tekrar girişimlerde RLN hasarı oranı %10.8'e kadar artan sıklıklarda görülebilir (6). RLN'nin diseksiyonu ve tüm trasesi boyunca görülmesi tiroid ameliyatında RLN hasarının önlenmesinde altın standart metod olarak düşünülmektedir (7,8). Bununla birlikte ameliyat esnasında sinirin görülmesi sinirin yapısal bütünlüğünün korunmasını sağlamakla birlikte anatomik bütünlüğün tam olması sinirin fonksiyonel bütünlüğü ve ameliyat sonrası vokal kord fonksiyonu ile ilgili bir bilgi sağlamaz. Tiroidektomi ameliyatlarında RLN hasarının ana nedeni sinirin kesilmesi olmayıp sinirin gerilmesi (9-12). Aralıklı intraoperatif sinir monitorizasyonu (A-İONM), tiroid loblarının rezeksiyonu öncesi ve sonrasında, RLN ve N. Vagus'un uyararak sinirin fonksiyonunu değerlendirmede standart metod olarak tanımlanmıştır (13,14). A-İONM, siniri tanımlamaya, sinirin seyrini ve sinyal kaybını (LOS) belirlemeye yardımcıdır, ve özellikle büyük guatr, lokal ileri tiroid kanseri veya geçirilmiş tiroid cerrahisi öyküsü olan hastalarda sinir fonksiyonunun öngörülmesinde, sadece görsel identifikasyona göre avantajlara sahiptir (15). Bununla birlikte, A-İONM, RLN'nin işlevsel bütünlüğünü sadece direkt sinir stimülasyonunun uygulandığı sınırlı zaman aralığında gösterir.

Devamlı intraoperatif sinir monitorizasyonunun (D-İONM)'nin A-İONM'ye karşı ana avantajı, tiroid mobilizasyonu ve RLN diseksiyonu sırasında RLN fonksiyonunun gerçek zamanlı gözetimidir. D-İONM, cerrah tarafından amplitüdeki azalmanın veya latensdeki artmanın anında değerlendirilmesine ve sinir hasarına sebep olacak cerrahi manevranın sonlandırılmasına fırsat verir (16).

Bu çalışmada, D-İONM kullanılan hastalarda tiroid cerrahisi sırasında kombine olay (KO) (amplitüde azalma ve eşzamanlı latens artışı) ve tiroid

cerrahisi sırasında sinyal kaybı mekanizmaları ve vokal kord fonksiyonlarının sonuçları değerlendirildi.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Haziran 2014 ve Ocak 2016 tarihleri arasında total tiroidektomi veya hemitiroidektomi uygulanan 371 ardışık hastanın verileri prospektif olarak değerlendirildi. Preoperatif vokal kord incelemesinde önceki operasyonda (n=5, %1.3) sinir hasarına bağlı olarak vokal kord felci geçiren veya lokal invaziv tiroid kanseri nedeni ile kasıtlı RLN rezeksiyonu yapılan hastalar (n=2, %0.5) dışlandı. Çalışmaya toplam 364 hasta ve 658 risk altındaki sinir dahil edildi. Vokal kordların laringoskopik incelemeleri ameliyat öncesinde ve ameliyattan sonraki üç gün içinde yapıldı. Ameliyat sonrası erken dönemde vokal kord incelemesinde VKP saptanması durumunda, postoperatif 3., 6. ve 12. aylarda laringoskopik incelemeler tekrarlandı.

## Cerrahi Teknik

Ameliyat sırasında kullanılan anestezi hazırlıkları ve yöntemleri Uluslararası İntraoperatif Monitorizasyon Çalışma Grubunun önerileri doğrultusunda uygulandı (13). Kocher insizyonunu takiben orta hattı açıldıktan sonra, RLN diseksiyonuna başlamadan önce, karotis kılıfı içerisinde vagus siniri belirlendi ve el probu ile vagus sinirinden EMG sinyali elde edildi (V1). Nüks vakalarda lateral yaklaşım tercih edildi. V1'in el probu ile kaydedilmesinden sonra, vagus yavaşça diseke edildi ve S-şeklinde vagus probu yerleştirildi. Vagus sinirinin devamlı uyarılması için bir EMG amplifikatörü ve sinyal üretici kullanıldı (1mA, 200µs, 3Hz frekans). D-İONM, tüm hastalarda bir S-şeklinde vagus probu ve çift kutuplu el probu kullanılarak yapıldı (Dr. Langer Medical GmbH, Avalanche SI). Bazal sinyal 500µV'un altında ise, endotrakeal tüp yeniden konumlandırıldı ve sinyal 500µV'u aştıktan sonra kaydedilerek (V1) diseksiyona başlandı.

RLN ilk olarak trakeoözofageal olukta diseke edilerek el probu ile alınan sinyal R1 olarak kaydedildi. Daha sonra, RLN kaudokraniyal yaklaşımla diseke

edildi ve saptanan herhangi bir anatomik varyasyon kaydedildi. Lobektomi ve hemostaz tamamladıktan sonra sinyal Berry ligamanından tamamen ayrılan RLN'nin en proksimalinden (R2) ve vagus sinirinden (V2) çıkış sinyalleri alındı.

D-İONM kayıtlarının yorumlanmasında KO, başlangıçtaki EMG eşik seviyelerine oranla amplitüde %50'den fazla azalma ve latenste %10'dan fazla artış olarak tanımlandı (11). Sinyal kaybı Uluslararası Sinir Monitorizasyonu Çalışma Grubu (INMSG) tarafından tanımlandığı şekilde sinir uyarılmasına cevabın tamamen kaybolması ve amplitüdün  $\leq 100 \mu V$  olması şeklinde tanımlandı (13).

## BULGULAR

Hastaların yaş ortalaması  $46.3 \pm 16$  yıl olup, kadın/erkek oranı 4/1 (291/73) idi. Çalışma grubuna alınan 364 hastadan 294'üne (%81) total tiroidektomi ve 70'ine (%19) ise hemitiroidektomi uygulandı. Santral lenf diseksiyonu 30 hastada uygulandı.

Toplam 364 hastanın 6 (%1.6)'sında tiroid loblarının traksiyonu esnasında hastada KO gelişti. Bu 6 hastada medial traksiyon manevrası bırakıldığında azalan sinyal değerinin yükseldiği saptandı. Ameliyat sonrası laringoskopik muayenede bu 6 hastanın vokal kord fonksiyonlarının normal olduğu görüldü.

Tek taraflı sinyal kaybı tüm hastaların 7 (%1.9)'sinde gelişti. Bu hastalarda sinyal kaybının mekanizması Tablo-1'de özetlenmiştir. Bu 7 hastanın 1'inde sinyal kaybı bifürke bir RLN'nin ön dalının Berry ligamanı hizasında damar zannedilerek ligasyonu sonucu oluştu. Bu hastada sinyal kaybı oluşuktan sonra derhal ligasyon çözüldü. Ameliyat sonrası erken dönemde yapılan vokal kord incelemesinde tek taraf-

lı vokal kord paralizi gözlenirken üçüncü ayda yapılan incelemede vokal kord fonksiyonlarının normal olduğu gözlemlendi. Sinyal kaybı gözlenen 7 hastanın 4'ünde, sinyal kaybı tiroid lobunun medial traksiyonu esnasında gelişti. Bu 4 hastanın 2'sinde sinyal kaybı dominant tiroid lobunun rezeksiyonu esnasında, diğer 2 hasta da ise dominant tarafın rezeksiyonu bittikten sonra karşı lob rezeke edilirken gözlemlendi. Sinyal kaybı olduğu anda medial traksiyon manevrası hemen bırakıldı. Dominant taraf eksize edilirken sinyal kaybı meydana gelen 2 hastadan 1'inde değerler 20 dakika içerisinde normale döndü ve total tiroidektomi tamamlandı. Ameliyat sonrası laringoskopik incelemede vokal kordlar normal olarak gözlemlendi. Sinyal kaybı gelişen diğer hastada ise 20 dakika beklenmesine rağmen sinyal kaybı düzelmedi ve bu hastada kademeli tiroidektomi planlanarak lobektomi sonrası ameliyat sonlandırıldı. Bu hastada ameliyat sonrası erken dönem laringoskopide vokal kord paralizi gözlenirken, 3. ayda kontrolünde vokal kord hareketlerinin normal olduğu saptandı ve tamamlayıcı tiroidektomi uygulandı. Dominant tiroid lobu rezeksiyonunu takiben karşı tiroid lobu rezeksiyonu esnasında sinyal kaybı gelişen 2 hasta hiçbirinde 20 dakika beklenmesine rağmen sinyal kaybı düzelmedi. Erken dönemde yapılan laringoskopide her iki hastada da tek taraflı vokal kord paralizi saptandı. Takipleri sırasında 3. ayda yapılan laringoskopide 1 hastada vokal kord paralizisinin düzelmiş olduğu görülürken diğer hastada vokal kord paralizisinin devam ettiği saptandı. Substernal guatrı olan 2 hastada mediastinal büyük guatr kitlesini çıkarmak amacıyla sternotomi yapıldı ve mediastinal parça eksize edilirken sinyal kaybı gelişti. Bu hastalarda sinyal kaybının en olası mekanizması olarak RLN'nin intra-

**Tablo-1: Sinyal kaybı (SK) görülen hastalarda mekanizma ve sonuçlar**

SK	Mekanizma	Geçici	Kalıcı	İyileşme
Hasta No 1	Ligasyon	✓	-	Postoperatif 3. ayda
Hasta No 2	Traksiyon	✓	-	İntraoperatif
Hasta No 3	Traksiyon	✓	-	Postoperatif 3. ayda
Hasta No 4	Traksiyon	-	✓	-
Hasta No 5	Traksiyon	✓	-	Postoperatif 3. ayda
Hasta No 6	Transeksiyon ?*	-	✓	-
Hasta No 7	Transeksiyon ?*	-	✓	-

\*Sinyal kaybı (SK), büyük substernal guatrın intratorasik kısmının diseksiyonu sırasında gelişmiştir.

torasik bölümünde oluşan hasar düşünüldü. Bu 2 hastada kalıcı tek taraflı vokal kord paralizi gelişti.

Intraoperatif sinir monitorizasyonu ile yapılan tiroidektomi esnasında sinyal kaybı gelişen 7 hastanın 3 (%42)'ünde kalıcı tek taraflı vokal kord paralizi gelişti. Toplam 364 hastada geçici ve kalıcı olarak tek taraflı RLN paralizi gelişme oranı sırasıyla %1.6 (n=6) ve %0.8 (n=3) olarak saptandı. Hiçbir hastada iki taraflı vokal kord paralizi saptanmadı.

## TARTIŞMA

Tiroid cerrahisi sonrası gelişen vokal kord paralizinin ana nedeni tiroidektomi esnasında oluşan RLN hasarıdır. Tiroidektomi esnasında RLN'nin görülmesi ve korunması RLN hasarının önlenmesi açısından altın standart olarak tanımlanmıştır (7,8). Ameliyat esnasında RLN yaralanmasına neden olan pek çok farklı mekanizma olup, en sık yaralanma mekanizmaları arasında sinirin gerilmesi, kesilmesi, klempe edilmesi, termal hasara uğraması, bağlanması ve iskemi yeralmaktadır. Chiang ve ark. (2) tiroidektomi sırasında Berry ligamanı hizasında özellikle tiroid lobu traksiyonuna bağlı sinirin aşırı gerilmesinin RLN hasarında önemli rol oynadığını göstermiştir.

Tiroidektomi esnasında intraoperatif sinir monitorizasyonu kullanılması sinirin lokalize edilmesi, anatomik varyasyonların saptanması ve ameliyat sonrası vokal kord fonksiyonlarının öngörülmesine olanak sağlar (13,17,18). A-İONM'nin en önemli avantajı, dominant tiroid lobunun rezeksiyonu esnasında sinyal kaybı oluşması durumunda kademeli tiroidektomi seçeneğine olanak sağlaması ve böylece iki taraflı vokal kord paralizi riskini azaltmasıdır (19). Ancak A-İONM tekniğinde bazı kısıtlamalar mevcuttur. A-İONM'de RLN fonksiyonlarının değerlendirilmesi sinirin direkt olarak uyarıldığı zaman aralığı ile sınırlı olup, ayrıca RLN fonksiyonlarının değerlendirilmesi sadece uyarılan bölge ile sınırlıdır (13). Bu durum proksimal sinir yaralanması olan hastalarda yanlış pozitif (normal) sonuçlara neden olabilir (13). Standart intraoperatif sinir monitorizasyon tekniğinde vagal sinir uyarıldığında en proksimaldeki hasarlar bile saptanmakla birlikte bu saptama da ancak aralıklı şekilde olur.

Bu kısıtlamaları aşmak için D-İONM tasarlanmış-

tır (20-23). D-İONM vagal sinirin otomatik olarak periyodik bir şekilde stimülasyonunu içerir ve ameliyat sırasında EMG'deki amplitüd değişimlerini gösterir. Ayrıca D-İONM tiroidektomi esnasında RLN'de iletim hızı hakkında görsel ve işitsel geri bildirim sağlayarak RLN fonksiyonunun devamlı şekilde değerlendirilmesine olanak verir (20-23). D-İONM'nin en önemli avantajı sinirde yaklaşan veya artan hasarı gerçek zamanlı olarak saptamasıdır. D-İONM ile tiroidektomi esnasında amplitüdde azalma veya latensdeki uzama saptandığı zaman, cerrah hızlıca cerrahi manevrasını değiştirerek sinir hasarının geri dönüşümlü olmasını sağlayabilir. Teorik olarak, cerrah sinir üzerindeki baskıyı ortadan kaldırarak sinirdeki hasarın ilerlemesini engellemiş olur.

Birçok çalışmada D-İONM'nin ameliyat esnasında RLN'nin sadece görsel olarak tanımlanması ve I-ONM'ye oranla daha üstün olduğu gösterilmiştir (20-22,24,26-28). Schneider ve ark.'nın (29) bir çalışmada D-İONM kullanımı ile ameliyat sonrası gelişen RLN disfonksiyonlarında anlamlı azalma olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada A-İONM eşliğinde sinir diseksiyonu yapılan 965 hasta ile D-İONM kullanılarak sinir diseksiyonu yapılan 1314 hasta vokal kord paralizi açısından karşılaştırıldığında, D-İONM kullanılması sonucu kalıcı vokal kord paralizi oranının %0.4'ten %0'a (p=0.019) düştüğü bulunmuştur.

Bizim çalışmamızda, D-İONM kullanımı ile 6 (%1.6) hastada traksiyona bağlı gelişen RLN hasarının artışının engellendiği saptandı. Bu 6 hastada traksiyondan vazgeçilerek RLN gerilmesi azaltıldığında amplitüd değerlerinin düzeldiği gözlemlendi. Ameliyat esnasında sinyal kaybı gelişen 7 hastanın 2'sinde (%28.6) kalıcı vokal kord paralizi engellenmiş oldu. Bu 2 hastanın birinde sinyal kaybının mekanizması traksiyon olup traksiyon sonlandırılıp 20 dakika beklendikten sonra azalmış amplitüd değerleri düzeldi. Diğer hastada ise bifurke RLN'nin ön dalının damar olarak değerlendirilerek ligasyonu sonucu sinyal kaybı gelişti. Bu hastada ligasyon derhal çözüldü. Bu hastada ameliyat sonrası erken dönemde tek taraflı vokal kord paralizi saptanmakla birlikte ve ameliyat sonrası 3. ayda vokal kord fonksiyonları normal bulundu.

D-İONM ile ilgili tartışılmalı konulardan biri de lokal ve kardiyak komplikasyonlardır. Terris DJ ve

ark. (30), D-İONM ile iki hastada hemodinamik instabilite ve geçici vagal nöropraksi bildirerek bu yöntemin güvenli olmayan invaziv bir yöntem olduğunu savunmuştur. Brauckhoff ve ark. (31) ise, D-İONM'nin faydasının sistem hatası, vagus sinirine direkt zarar verme, özellikle yaklaşan RLN lezyonlarını önceden gösterememesi ile sınırlı olabileceğini vurgulamıştır. Bu iki yayının yanısıra, vagal sinir diseksiyonu veya D-İONM'ye bağlı kardiyak komplikasyonlarla ilgili olumsuz etkilere dair herhangi bir kanıt göstermeyen çok sayıda klinik veri bulunmaktadır (21,25,27,29,32-35).

D-İONM ile ilgili diğer tartışılmalı konu, dominant tiroid lobu rezeksiyonu sırasında sinyal kaybı gelişen hastalarda karşı taraf lobektomiye devam edilmesidir. Sitges-Serra A. ve ark. (36), tiroidektomi esnasında sinyal kaybı gelişen 16 hastanın 15'inde ortalama 20.2 (10-35) dakika bekledikten sonra sinyalin geri döndüğünü bildirmiştir. Bu sonuçlara dayanarak, araştırmacılar, tek taraflı sinyal kaybı gelişen hastalarda iki aşamalı cerrahinin özellikle ilk 3 aydaki komplikasyonları ve maliyeti arttırdığını vurgulamıştır. Ancak genel kanı bunun aksi olup, sinyal kaybı gelişen hastalarda iki aşamalı tiroidektominin iki taraflı

vokal kord paralizi riskini azalttığı savunulmaktadır (37-40). Peter E. Goretzki ve ark. (40), ameliyat esnasında RLN'nin anatomik bütünlüğü sağlam olmasına rağmen cerrahi sonrası geçici vokal kord paralizisi gelişen hastalarda, A-İONM'nin sinir hasarını saptama açısından duyarlılığını %93, özgüllüğünü ise %77 olarak belirlendi. Bu çalışmada cerrahi stratejisi değiştirilen hastalarda bilateral vokal kord paralizi gelişmediği bildirilmiştir.

## SONUÇ

D-İONM'nin en büyük avantajı gelişmek üzere olan RLN yaralanması açısından cerrahi uyarmasıdır. Kombine olay, sinyal kaybına doğru ilerleyebilecek muhtemel sinir yaralanmasının patognomonik bulgusudur. Bu durum cerraha sinirde kalıcı hasar oluşmadan önce hasarı engelleyici cerrahi manevra fırsatı verir. Ayrıca D-İONM tiroidektomi sırasında gelişen RLN yaralanmasını anında belirleyerek cerraha hasara neden olan durumu hızlıca düzeltmek için erken müdahale olanağı sağlar. Kalıcı sinyal kaybı gelişen vakalarda bilateral vokal kord paralizisini önlemek için aşamalı tiroidektomi planlanabilir.

## KAYNAKLAR

- Smith E, Verdolini K, Gray S, Nichols S, Lemke J, Barkmeier J, et al. Effect of voice disorders on quality of life. *J Med Speech-Language Pathol* 1996; 4: 223-44.
- Chiang FY, Lu IC, Kuo WR, Lee KW, Chang NC, Wu CW. The mechanism of recurrent laryngeal nerve injury during thyroid surgery: the application of intraoperative neuromonitoring. *Surgery* 2008; 143: 743-9. [CrossRef]
- Rosato L, Avenia N, Bernante P, Maurizio De Palma, Giuseppe Gulino, Pier Giorgio Nasi, et al. Complications of thyroid surgery: analysis of a multicentric study on 14,934 patients operated on in Italy over 5 years. *World J Surg* 2004; 28: 271-6. [CrossRef]
- Zheng S, Xu Z, Wei Y, Zeng M, He J. Effect of intraoperative neuromonitoring on recurrent laryngeal nerve palsy rates after thyroid surgery: a meta-analysis. *J Formos Med Assoc [Internet]* 2013; 112: 463-72. [CrossRef]
- Calo PG, Medas F, Gordini L, Podda F, Erdas E, Pisano G, et al. Interpretation of intraoperative recurrent laryngeal nerve monitoring signals: the importance of a correct standardization. *Int J Surg* 2016; 28(Suppl 1): S54-8. [CrossRef]
- Jiang Y, Gao B, Zhang X, Zhao J, Chen J, Zhang S, et al. Prevention and treatment of recurrent laryngeal nerve injury in thyroid surgery. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7: 101-7.
- Jatzko GR, Lisborg PH, Müller MG, Wette VM. Recurrent nerve palsy after thyroid operations: principal nerve identification and a literature review. *Surgery* 1994; 115: 139-44.
- Wagner HE, Seiler C. Recurrent laryngeal nerve palsy after thyroid gland surgery. *Br J Surg* 1994; 81: 226-8. [CrossRef]
- Dralle H, Sekulla C, Haerting J, Timmermann W, Neumann HJ, Kruse E, et al. Risk factors of paralysis and functional outcome after recurrent laryngeal nerve monitoring in thyroid surgery. *Surgery* 2004; 136: 1310-22. [CrossRef]
- 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. [CrossRef]
- Barczyński M, Konturek A, Cichoń S. Randomized clinical trial of visualization versus neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves during thyroidectomy. *Br J Surg* 2009; 96: 240-6. [CrossRef]
- Schneider R, Randolph G, Dionigi G, Barczynski M, Chiang FY, Triponez F, et al. Prospective study of vocal fold function after loss of the neuromonitoring signal in thyroid surgery: The International Neural Monitoring Study Group's POLT study. *Laryngoscope* 2016; 126: 1260-6. [CrossRef]
- Randolph GW, Dralle H, Abdullah H, Barczynski M, Bellantone R, Brauckhoff M, et al. Electrophysiologic recurrent laryngeal nerve monitoring during thyroid and parathyroid surgery: international standards guideline statement. *Laryngoscope* 2011; 121(Suppl 1): S1-16. [CrossRef]

14. Chiang FY, Lee KW, Chen HC, Chen HY, Lu IC, Kuo WR, et al. Standardization of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid operation. *World J Surg* 2010; 34: 223-9. [CrossRef]
15. Wong KP, Mak KL, Wong CK, Lang BH. Systematic review and meta-analysis on intra-operative neuro-monitoring in high-risk thyroidectomy. *Int J Surg* 2017; 38: 21-30. [CrossRef]
16. Schneider R, Randolph GW, Barczynski M. Continuous intraoperative neural monitoring of the recurrent nerves in thyroid surgery: a quantum leap in technology. *Gland Surg* 2016; 5: 607-16. [CrossRef]
17. Timmerman W, Hammelmann W. Thyroid surgery: neuromonitoring of the RLN during thyroid surgery. *Dtsch Arztebl* 2004; 101: 7-21.
18. Thomusch O, Sekulla C, Machens A, Neumann HJ, Timmermann W, Dralle H. Validity of intraoperative neuromonitoring signals in thyroid surgery. *Langenbecks Arch Surg* 2004; 389: 499-503. [CrossRef]
19. Dionigi G, Dionigi R. Standardization of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid operation: to the editor. *World J Surg* 2010; 34: 2794-5. [CrossRef]
20. Schneider R, Przybyl J, Hermann M, Hauss J, Jonas S, Leinung S. A new anchor electrode design for continuous neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve by vagal nerve stimulations. *Langenbecks Arch Surg* 2009; 394: 903-10. [CrossRef]
21. Schneider R, Przybyl J, Pliquett U, Hermann M, Wehner M, Pietsche UC, et al. A new vagal anchor electrode for real-time monitoring of the recurrent laryngeal nerve. *Am J Surg* 2010; 199: 507-14. [CrossRef]
22. Lamadé W, Ulmer C, Friedrich C, Rieber F, Schymik K, Gemkow HM, et al. Signal stability as key requirement for continuous intraoperative neuromonitoring. *Chirurg* 2011; 82: 913-20. [CrossRef]
23. Ulmer C, Koch KP, Seimer A, Molnar V, Meyding-Lamadé U, Thon KP, et al. Real-time monitoring of the recurrent laryngeal nerve: an observational clinical trial. *Surgery* 2008; 143: 359-65. [CrossRef]
24. Lamadé W, Ulmer C, Seimer A, Molnar V, Meyding-Lamadé U, Thon KP, et al. A new system for continuous recurrent laryngeal nerve monitoring. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 2007; 16: 149-54. [CrossRef]
25. Schneider R, Randolph GW, Sekulla C, Phelan E, Thanh PN, Bucheret M, et al. Continuous intraoperative vagus nerve stimulation for identification of imminent recurrent laryngeal nerve injury. *Head Neck* 2013; 35: 1591-8. [CrossRef]
26. Schneider R, Bures C, Lorenz K, Dralle H, Freissmuth M, Hermann M. Evolution of nerve injury with unexpected EMG signal recovery in thyroid surgery using continuous intraoperative neuromonitoring. *World J Surg* 2013; 37: 364-8. [CrossRef]
27. Phelan E, Schneider R, Lorenz K, Dralle H, Kamani D, Potenza A, et al. Continuous vagal IONM prevents recurrent laryngeal nerve paralysis by revealing initial EMG changes of impending neuropraxic injury: a prospective, multicenter study. *Laryngoscope* 2014; 124: 1498-505. [CrossRef]
28. Wu CW, Wang MH, Chen CC, Chen HC, Chen HY, Yuet JY, et al. Loss of signal in recurrent nerve neuromonitoring: causes and management. *Gland Surg* 2015; 4: 19-26.
29. Schneider R, Sekulla C, Machens A, Lorenz K, Thanh PN, Dralle H. Postoperative vocal fold palsy in patients undergoing thyroid surgery with continuous or intermittent nerve monitoring. *Br J Surg* 2015; 102: 1380-7. [CrossRef]
30. Terris DJ, Chaung K, Duke WS. Continuous Vagal Nerve Monitoring is Dangerous and Should not Routinely be Done During Thyroid Surgery. *World J Surg* 2015; 39: 2471-6. [CrossRef]
31. Brauckhoff K, Vik R, Sandvik L, Heimdal JH, Aas T, Biermann M, et al. Impact of EMG Changes in Continuous Vagal Nerve Monitoring in High-Risk Endocrine Neck Surgery. *World J Surg* 2016; 40: 672-80. [CrossRef]
32. Friedrich C, Ulmer C, Rieber F, Kern E, Kohler A, Schymik K, et al. Safety analysis of vagal nerve stimulation for continuous nerve monitoring during thyroid surgery. *Laryngoscope* 2012; 122: 1979-87. [CrossRef]
33. Dionigi G, Chiang FY, Dralle H, Bonia L, Rauseia S, Roveraa F, et al. Safety of neural monitoring in thyroid surgery. *Int J Surg* 2013; 11(Suppl 1): S120-6. [CrossRef]
34. Van Slycke S, Gillardin JP, Brusselaers N, Vermeersch H. Initial experience with S-shaped electrode for continuous vagal nerve stimulation in thyroid surgery. *Langenbecks Arch Surg* 2013; 398: 717-22. [CrossRef]
35. Mangano A, Kim HY, Wu CW, Rausei S, Hui S, Xiaoli L, et al. Continuous intraoperative neuromonitoring in thyroid surgery: Safety analysis of 400 consecutive electrode probe placements with standardized procedures. *Head Neck* 2016; 38(Suppl 1): E1568-74. [CrossRef]
36. Sitges-Serra A, Fontané J, Due-as JP. Prospective study on loss of signal on the first side during neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve in total thyroidectomy. *Br J Surg* 2013; 100: 662-6. [CrossRef]
37. Melin M, Schwarz K, Lammers BJ, Goretzki PE. IONM guided goiter surgery leading to two-stage thyroidectomy—indication and results. *Langenbecks Arch Surg* 2013; 398: 411-8. [CrossRef]
38. Dralle H, Sekulla C, Lorenz K, Nguyen Thanh P, Schneider R, Machens A. Loss of the nerve monitoring signal during bilateral thyroid surgery. *Br J Surg* 2012; 99: 1089-95. [CrossRef]
39. Sadowski SM, Soardo P, Leuchter I, Robert JH, Triponez F. Systematic use of recurrent laryngeal nerve neuromonitoring changes the operative strategy in planned bilateral thyroidectomy. *Thyroid* 2013; 23: 329-33. [CrossRef]
40. Goretzki PE, Schwarz K, Brinkmann J, Wirowski D, Lammers BJ. The impact of intraoperative neuromonitoring (IONM) on surgical strategy in bilateral thyroid diseases: is it worth the effort? *World J Surg* 2010; 34: 1274-84. [CrossRef]