

INTRAOPERATIVNI NEUROMONITORING U TIROIDNOJ HIRURGIJI

INTRAOPERATIVE NEUROMONITORING IN THYROID SURGERY

Vladan Živaljević^{1,2}

Sara Ivaniš¹

¹ Klinika za endokrinu hirurgiju, Univerzitetski klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

² Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, Srbija

Korespondencija sa autorom:

Dr Sara Ivaniš

Klinika za endokrinu hirurgiju, Univerzitetski klinički centar Srbije, Beograd, Srbija

saraivaniss@gmail.com

Sažetak

Povrede rekurentnog laringealnog nerva (*Recurrent Laryngeal Nerve*, RNL) predstavljaju jednu od najznačajnijih komplikacija u tiroidnoj hirurgiji. Vizualna identifikacija ovog nerva predstavlja sastavni deo operacije štitaste žlezde. U poslednje dve decenije upotreba intraoperativnog neuromonitoringa (*Intra-Operative Neurophysiological Monitoring*, IONM) u tiroidnoj hirurgiji postala je rutinski zastupljena u velikom broju svetskih centara. IONM pomaže identifikaciju nervnih struktura i pruža informacije o funkcionalnom integritetu RLN sa ciljem da se smanji rizik od nastanka povreda RLN.

Ključne reči: tiroidna hirurgija, intraoperativni neuromonitoring, povreda, rekurentni laringealni nerv

Uvod

Povrede rekurentnog laringealnog nerva predstavljaju jednu od najznačajnijih komplikacija u tiroidnoj hirurgiji. Incidenca prolaznih i trajnih povreda iznosi 0,4-12%, odnosno 1-2%^{1,2}. Iako vizualna identifikacija RLN predstavlja rutinski deo operacije štitaste žlezde, to ne isključuje izostanak povrede, čak i kod makroskopski intaktnog nerva. One mogu dovesti do promuklosti i problema sa disanjem, što utiče na kvalitet života pacijenata, dok bilateralne povrede rekurentnog živca mogu životno ugroziti pacijenta i nekada zahtevati plasiranje traheostome. Rizik za nastanak povrede raste kod prisustva anatomskih varijacija, operacija velikih i retrosternalnih struma, reoperacija, revizija hemostaze, kao i operacija malignih tumora³⁻⁶.

Prednosti upotrebe IONM

Intraoperativni neuromonitoring omogućava identifikaciju i procenu funkcionalnog integriteta nervnih struktura tokom hirurške intervencije. IONM u tiroidnoj hirurgiji se bazira na principu elektromioneurografije i registruje mioelektrični signal vokalnog mišića koji ukazuje na očuvanost rekurentnog nerva.

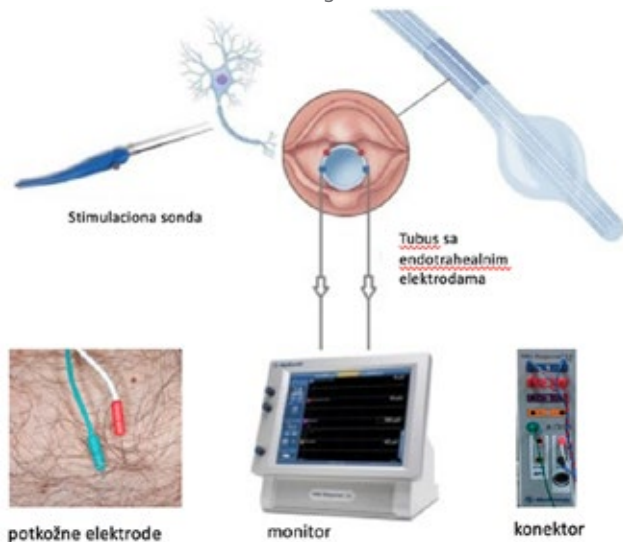
Glavni cilj upotrebe IONM je identifikacija i provera funkcionalnosti RLN tokom i nakon disekcije tkiva oko nerva. Na taj način se smanjuje rizik od njegove povrede. U slučaju da nastane povreda RLN, olakšava se donošenje odluke o ekstenzivnosti hirurške intervencije, a samim tim se smanjuje rizik od nastanka bilateralne povrede živca^{4,7}. Identifikacijom tipa i mesta nastanka povrede RLN, omogućava se hirurgu da izvrši korekciju određenih hirurških manevara, izbegavajući njegovo trajno oštećenje. Pored toga, primenom IONM ubrzava se identifikacija nerva, što može doprineti smanjenju trajanja operacije i omogućava identifikacija eksterne grane gornjeg laringealnog nerva, dok se nerekurantni nerv, iako izuzetno retka pojava, sa sigurnošću može identifikovati jedino upotrebom IONM^{8,9}.

Sistem za IONM

U tiroidnoj hirurgiji koristi se sistem za intraoperativni neuromonitoring koji transformiše aktivnost mišićnih signala u vizualne i zvučne signale, prilikom stimulacije nervnih struktura. On se sastoji iz stimulišuće ručne monopolarne probe, endotrahealnog tubusa na čijoj se spoljašnjoj površini nalaze elektrode, kao i potkožnih uzemljujućih elektroda koje su preko konektora povezane za monitor na kome se očitavaju elektromiografski signali u vidu bifazične krive odgovarajuće latence i amplitude. Jačina struje koja se koristi pri stimulaciji nervnih struktura iznosi 1-2 mA. Adekvatna amplituda elektromiografskog signala iznosi preko 500 mcV, dok se latenca povećava sa većom udaljenošću od mesta stimulacije do elektroda¹⁰ (slika 1).

Opšta endotrahealna anestezija (*General Endotracheal Anesthesia*, GETA) za tiroidektomije sa primenom IONM se izvodi po specifičnim protokolima, čija je najvažnija karakteristika izbegavanje primene neuromišićnih blokatora. Neuromuskularni blokatori koji se rutinski koriste prilikom vođenja GETA mogu ometati rad IONM, smanjujući amplitudu elektromiografskog signala. Iz tog razloga, obično se koriste male doze kratkododelujućeg nedepolarišućeg neuromuskularnog blokatora, pri uvodu u anesteziju, dok se u

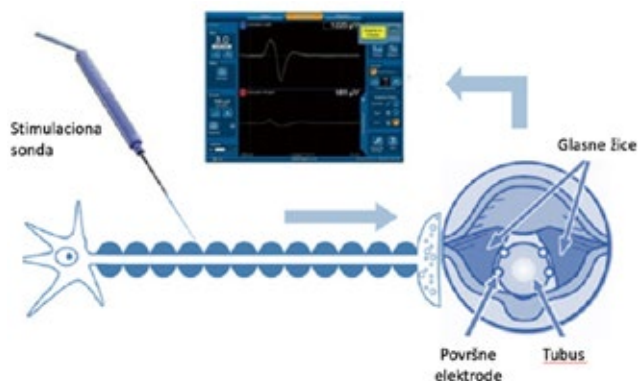
Slika 1. Sistem za neuromonitoring



daljem toku izbegava njihovo korišćenje. Kako bi se izbeglo pomeranje pacijenta tokom operacije, primenjuje se najčešće totalna intravenska anestezija (*Total Intravenous Anesthesia, TIVA*), mada ni primena inhalacionih anestetika nije kontraindikovana, a dubina anestezije se prati pomoću bispaktralnog indeksa (BIS elektrode). Osim toga, koriste se i specifični endotrahealni tubusi sa površnim elektrodama, koje su u direktnom kontaktu sa vokalnim mišićem i registruju njegovu mioelektričnu aktivnost. Zato je od izuzetne važnosti pravilno pozicioniranje i fiksiranje tubusa, kako ne bi došlo do njegovog pomeranja tokom operacije i eventualnog gubitka signala¹¹.

Nakon intubacije i postavljanja uzemljujućih elektroda pod kožu proverava se pravilna pozicija tubusa i funkcionisanje sistema za IONM. Specifičnom ručnom monopolarnom sondom stimulišu se sve one strukture za koje se sumnja da su nervi. Prvobitno se identifikuje NV, kako bi se proverio funkcionalni integritet celog nervnog luka, ali i proverilo adekvatno funkcionisanje sistema za IONM i eventualno postojanje nereakurentnog nerva. Potom se tokom operacije proveravaju sve strukture za koje postoji sumnja da mogu biti RLN, sve do njegove identifikacije (slika 2). Nakon uklanjanja lobusa ponovo se stimulišu RLN i NV, kako se ne bi previdele tip 1 ili tip 2 povrede RLN.

Slika 2. Stimulacija RLN

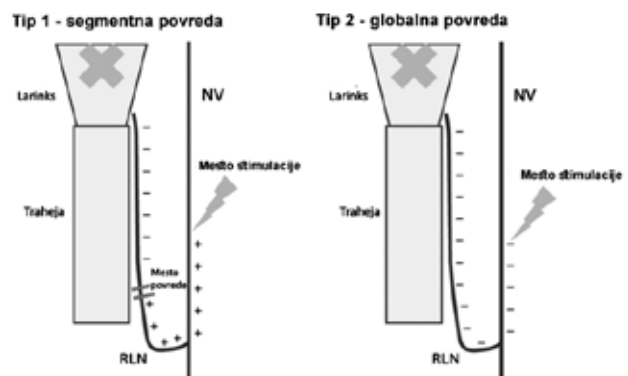


Povrede RLN i gubitak signala

Povrede RLN mogu da nastanu trakcijom, elektrokauterizacijom, mehaničkom traumom, klemovanjem, ligiranjem ili presecanjem živca. Najčešće nastaju u blizini Berijevo ligamenta, dok je trakcija najčešći mehanizam povrede živca, ali ujedno i neophodan hirurški potez prilikom operacije štitaste žlezde¹²⁻¹⁴. U slučaju nastanka povreda RLN dolazi do gubitka signala (LOS), odnosno pada amplitude na manje od 100 mcV prilikom stimulacije živca odgovarajućom jačinom struje od 1-2mA¹⁵.

Postoje dva tipa povrede RLN. Tip 1 ili segmentnu povredu odlikuje gubitak signala nad NV i RLN proksimalno od mesta povrede, dok je signal distalno od mesta povrede očuvan. Povrede ovog tipa se češće sreću i obično nastaju zbog trakcije ili termalnog oštećenja živca. Tip 2 ili globalne povrede se ogledaju gubitkom signala nad celim RLN i ipsilateralnim NV. Kod globalne povrede očuvan je anatomski, ali ne i funkcionalni integritet nerva^{12,16} (slika 3).

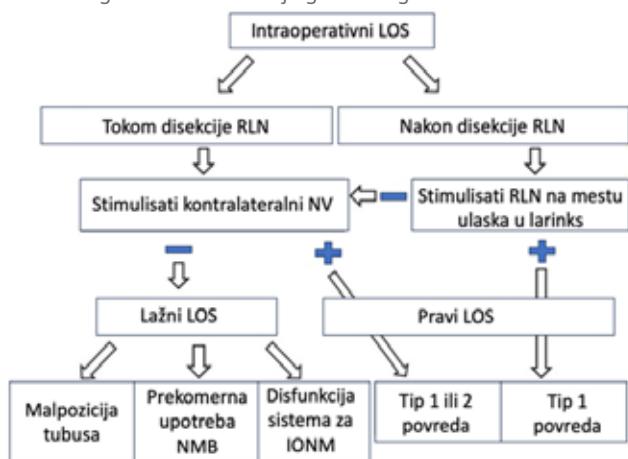
Slika 3. Segmentna i globalna povreda RLN



Takođe, LOS može biti trajni ili prolazni. Prolazni LOS se ogleda spontanom oporavkom nervne sprovodljivosti tokom operacije ili do 6 meseci nakon operacije¹⁷. Osim toga, LOS može biti pravi ili lažni. Pravi LOS nastaje zbog lezije RLN, dok do lažnog LOS-a može doći zbog nekoliko faktora, kao što su malpozicija tubusa, prekomerna upotreba neuromuskularnih blokatora i disfunkcija aparata za IONM. Zbog toga, u slučaju pojave LOS-a, potrebno je stimulisati kontralateralni NV i proveriti prisustvo trzaja laringealne muskulature. Ukoliko oni izostaju, najverovatnije se radi o lažnom gubitku signala, te bi trebalo isključiti uzroke nastanka istog. Međutim, ukoliko postoji laringealni trzaj ili adekvatan odgovor kontralateralnog NV na stimulaciju, to ukazuje da je u pitanju pravi gubitak signala odnosno, segmentna ili globalna povreda rekurentnog nerva¹¹ (slika 4).

U slučaju nastanka LOS-a treba razmotriti odlaganje hirurškog lečenja kontralateralnog lobusa u istom aktu kako bi se izbegla bilateralna povreda RLN. Kontrolnu indirektnu laringoskopiju bi trebalo uraditi nakon 6 do 8 nedelja nakon operacije i u slučaju oporavka motiliteta glasnih žica, planirati kompletiranje tiroidektomije¹⁸. Kako se ne bi prevideo nastanak LOS-a, važno je stimulisati i proveriti funkcionalni integritet ne samo RLN, već i NV pre i postdisekciono.

Slika 4. Algoritam za evaluaciju gubitka signala



Poređenje IONM i vizualne identifikacije RLN

Uprkos inicijalnom optimizmu da bi upotreba IONM mogla da doprinese drastičnom smanjenju incidence povreda RLN, podaci iz literature pokazuju kontroverzne rezultate. Neke studije nisu pokazale superiornost korišćenja IONM u poređenju sa vizualnom identifikacijom na smanjenje incidence povreda RLN¹⁹⁻²². Objašnjenje za ovakve rezultate pripisuje se tome što je većina ovih studija sprovedena u centrima sa velikim brojem operacija od strane veštih hirurga koji imaju iskustva prilikom vizualne identifikacije RLN. Upotreba IONM pomaže identifikaciju RLN, ali je i uprkos tome povreda ovog nerva u rizičnim situacijama nekada neizbežna.

Glavna prednost upotrebe IONM u odnosu na vizualnu identifikaciju jeste procena funkcionalnog integriteta RLN, s obzirom da do povreda može doći uprkos očuvanom anatomskom integritetu nerva. Na taj način se može olakšati donošenje odluke o kompletiranju tiroidektomije u drugom aktu i smanjiti rizik od nastanka bilateralnog oštećenja nerva. Nasuprot ovim rezultatima studija Mirallie²³ i saradnika ukazala je na smanjenu učestalost pareze RLN pri upotrebi IONM u odnosu na slučajeve kod kojih nije korišćen IONM, ali se nije razlikovala učestalost paralize RLN u ove dve grupe. Sistematski pregled i metaanaliza Wonga²⁴ i saradnika poredila je učestalost povreda RLN kod pacijenata kod kojih je korišćen IONM i kod kojih nije korišćen IONM prilikom rizičnih tiroidektomija, u koje su svrstali operacije malignih tumora, tireotoksikoza, retrosternalnih struma i reoperacije. Rezultati ove studije pokazali su značajno manju učestalost ukupnog broja povreda i privremene pareze rekurentnog nerva prvenstveno prilikom reoperacija i operacija malignih tumora i time opravdali upotrebu IONM u ovim slučajevima. Takođe, u prilog korišćenju IONM idu i rezultati metaanalize koju su sprovedli Bai i Chen, obzirom da su pokazali značajno manju učestalost kako ukupnih, tako i prolaznih i trajnih povreda rekurentnog nerva prilikom njegovog korišćenja²⁴.

Kontinuirani IONM

Intermitentni i kontinuirani neuromonitoring se baziraju na istom principu. Stimulacijom RLN ili NV registruje se elektromiografski signal vokalnog mišića preko elektroda na površini endotrahealnog tubusa. Međutim, intermitentnim neuromonitoringom direktno se stimuliše RLN ili NV ručnom monopolarnom probom, dok se kod kontinuiranog neuromonitoringa koristi klip elektroda koja se fiksira na NV i kontinuirano detektuje promene amplitude elektromiografskog signala²⁵. Bilo koji pad amplitude za više od 50% ili povećanje latence za više od 10% u odnosu na početne vrednosti, oglašava alarm i upozorava operatora na moguće rizične postupke. U tim situacijama potrebno je smanjiti trakciju na nerv popuštanjem žlezde i sačekati da amplituda dosegne vrednost > 50% od početne. Glavna prednost kontinuiranog neuromonitoringa je u tome što daje informacije o funkcionalnosti RLN u pravom vremenu, dok se pri korišćenju intermitentnog neuromonitoringa povrede nerva mogu desiti i između dve stimulacije. Samim tim, intermitentni IONM neretko pruža informacije o oštećenju nerva tek onda kada je povreda već nastala²⁶⁻²⁸.

Rezultati iz literature kojima se poredi efikasnost upotrebe kontinuiranog i intermitentnog IONM u prevenciji povreda RLN su takođe nekonkluzivni. Dok Yu i saradnici nisu ukazali na značajnu razliku u učestalosti pareza i paraliza RLN prilikom korišćenja ova dva vida IONM²⁹, studija Schneidera i saradnika je ukazala na manju učestalost trajnih, ali ne i prolaznih povreda RLN prilikom upotrebe kontinuiranog u odnosu na intermitentni IONM²⁷. Sa druge strane, rezultati nekih studija idu u prilog upotrebi kontinuiranog IONM, obzirom da su ukazali na smanjenu učestalost kako pareza, tako i paraliza RLN pri upotrebi ovog vida IONM, u odnosu na intermitentni^{30, 31}.

Iako rezultati iz literature nisu u potpunosti koherentni, jasno je da prednost upotrebe kontinuiranog IONM jeste u tome što na ovaj način može da se predvidi povreda RLN i time spreči, dok intermitentni IONM uglavnom služi za identifikaciju i *mapping* RLN, kao i proveru funkcionalnog integriteta nerva.

Alternativne metode IONM

Uobičajeni način beleženja mioelektričnog signala pri upotrebi IONM je preko elektroda koje se nalaze na površini endotrahealnog tubusa. Alternativno, mogu se koristiti elektrode koje se plasiraju direktno u laminu tiroidne hrskavice i funkcionišu po istom principu, beležeći mioelektričnu aktivnost tiroaritenoidnog mišića. Ovaj vid IONM, iako ređe zastupljen, ima svoje prednosti. Nekoliko studija beležilo je veće amplitude prilikom upotrebe elektroda u tiroidnoj hrskavici u odnosu na površne endotrachelane elektrode³²⁻³⁴. Pored toga, ukoliko dođe do lažnog gubitka signala, lakše je manipulirati elektrodama koje se nalaze u operativnom polju, u odnosu na tubus koji zahteva angažovanje

anesteziologa. Takođe, ovaj metod se pokazao do 20 puta ekonomičniji u odnosu na klasični. Mane ovog vida IONM jesu u tome što je plasiranje elektroda invazivnije i može

dovesti do nastanka hematoma, sklonije su oštećenju i nisu praktične prilikom operacija velikih struma.

Zaključak

Iako podaci iz literature i dalje u potpunosti ne idu u prilog upotrebi IONM, većina svetskih centara je do danas uvrstila upotrebu IONM u svoju svakodnevnu praksu prilikom operacija štitaste žlezde. Prednosti IONM se ogledaju prevashodno u olakšanju identifikacije, a samim tim i izbegavanju nastanka povrede RLN, pogotovo kod rizičnih tiroidektomija, kao i proceni funkcionalnog integriteta nerva, što je od ključnog značaja za bezbednost pacijenta, kao i donošenje odluke o daljem toku hirurškog lečenja.

Abstract

Recurrent laryngeal nerve (RLN) injuries are one of the most significant complications in thyroid gland surgery. Visual identification of RLN is a part of every thyroid gland operation. In the last two decades Intraoperative neuromonitoring (IONM) has become widely accepted and standard practice in many large workflow centres. IONM helps to facilitate the identification and provides useful information about functional integrity of RLN therefore helping reduce incidence of RLN injuries.

Keywords: thyroid surgery, intraoperative neuromonitoring, injury, recurrent laryngeal nerve

Literatura

1. Gür EO, Hacıyanlı M, Karaisli S, Hacıyanlı S, Kamer E, Acar T, et al. Intraoperative nerve monitoring during thyroidectomy: evaluation of signal loss, prognostic value and surgical strategy. *Ann R Coll Surg Engl* 2019;101(8):589.
2. Liu N, Chen B, Li L, Zeng Q, Sheng L, Zhang B, et al. Mechanisms of recurrent laryngeal nerve injury near the nerve entry point during thyroid surgery: A retrospective cohort study. *International Journal of Surgery*. 2020;83:125–30.
3. Caló PG, Pisano G, Medas F, Pittau MR, Gordini L, Demontis R, et al. Identification alone versus intraoperative neuromonitoring of the recurrent laryngeal nerve during thyroid surgery: Experience of 2034 consecutive patients. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 2014;43(1):1–7.
4. Bai B, Chen W. Protective Effects of Intraoperative Nerve Monitoring (IONM) for Recurrent Laryngeal Nerve Injury in Thyroidectomy: Meta-analysis. *Sci Rep [Internet]*. 2018;8(1).
5. Godballe C, Madsen AR, Sørensen CH, Schytte S, Trolle W, Helweg-Larsen J, et al. Risk factors for Recurrent nerve palsy after thyroid surgery: A national study of patients treated at Danish departments of ENT Head and Neck Surgery. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2014;271(8):2267–76.
6. Ling Y, Zhao J, Zhao Y, Li K, Wang Y, Kang H. Role of intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerve in thyroid and parathyroid surgery. *J Int Med Res*. 2020 Sep;48(9):1–11.
7. Ghatol D, Widrich J. Intraoperative Neurophysiological Monitoring StatPearls, 2023
8. Choi SY, Son YI. Intraoperative Neuromonitoring for Thyroid Surgery: The Proven Benefits and Limitations. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2019 Nov 1;12(4):335.
9. Hurtado-López LM, Díaz-Hernández PI, Basurto-Kuba E, Zaldívar-Ramírez FR, Pulido-Cejudo A. Efficacy of Intraoperative Neuro-Monitoring to Localize the External Branch of the Superior Laryngeal Nerve. 2016;26(1):174–8.
10. Mazzone S, Esposito A, Giacomarra V. Continuous Intraoperative Nerve Monitoring in Thyroid Surgery: Can Amplitude Be a Standardized Parameter? *Front Endocrinol* 2021;12:714699.
11. Medas F, Canu GL, Erdas E, Giorgio P, Medas F, Canu GL, et al. Intraoperative Neuromonitoring in Thyroid Surgery. *Knowledges on Thyroid Cancer*. 2019
12. Chiu KL, Lien CF, Wang CC, Wang CC, Hwang TZ, Shih YC, et al. Intraoperative EMG recovery patterns and outcomes after RLN traction-related amplitude decrease during monitored thyroidectomy. *Front Endocrinol* 2022;13:888381.
13. Dionigi G, Wu CW, Kim HY, Rausei S, Boni L, Chiang FY. Severity of Recurrent Laryngeal Nerve Injuries in Thyroid Surgery. *World J Surg*. 2016;40(6):1373–81.
14. Schneider R, Randolph G, Dionigi G, Barczyński 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(5):1260–6.
15. Tomoda C, Yoshioka K, Saito Y, Masaki C, Akaishi J, Hames KY, et al. Clinical classification of recurrent laryngeal nerve palsy. *Gland Surg*. 2023 Sep;12(9):1203–8.
16. Wu CW, Wang MH, Chen CC, Chen HC, Chen HY, Yu JY, et al. Loss of signal in recurrent nerve neuromonitoring: causes and management. *Gland Surg*. 2015 Feb;4(1):19.
17. Liu MY, Chang CP, Hung CL, Hung CJ, Huang SM. Traction Injury of Recurrent Laryngeal Nerve During Thyroidectomy. *World J Surg*. 2020;44(2):402–7.
18. 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(5):S1–16.
19. Sanabria A, Ramirez A, Kowalski LP, Silver CE, Shaha AR, Owen RP, et al. Neuromonitoring in thyroidectomy: A meta-analysis of effectiveness from randomized controlled trials. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2013 Aug 17;270(8):2175–89.

20. Pisanu A, Porceddu G, Podda M, Cois A, Uccheddu A. Systematic review with meta-analysis of studies comparing intraoperative neuromonitoring of recurrent laryngeal nerves versus visualization alone during thyroidectomy. *Journal of Surgical Research*. 2014;188(1):152–61.
21. Henry BM, Graves MJ, Vikse J, Sanna B, Pękala PA, Walocha JA, et al. The current state of intermittent intraoperative neural monitoring for prevention of recurrent laryngeal nerve injury during thyroidectomy: a PRISMA-compliant systematic review of overlapping meta-analyses. *Langenbecks Arch Surg*. 2017;402(4):663–73.
22. Cirocchi R, Arezzo A, D'Andrea V, Abraha I, Popivanov GI, Avenia N, et al. Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2019;1(1).
23. Mirallié É, Caillard C, Pattou F, Brunaud L, Hamy A, Dahan M, et al. Does intraoperative neuromonitoring of recurrent nerves have an impact on the postoperative palsy rate? Results of a prospective multicenter study. *Surgery*. 2018;163(1):124–9.
24. Wong KP, Mak KL, Wong CKH, Lang BHH. Systematic review and meta-analysis on intra-operative neuro-monitoring in high-risk thyroidectomy. *Int J Surg*. 2017;38:21–30.
25. Pace-Asciak P, Russell JO, Dhillon VK. Intraoperative Neuromonitoring: Evaluating the Role of Continuous IONM and IONM Techniques for Emerging Surgical and Percutaneous Procedures. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2022;13:823117.
26. Schneider R, Randolph GW, Barczynski M, Dionigi G, Wu CW, Chiang FY, et al. Continuous intraoperative neural monitoring of the recurrent nerves in thyroid surgery: a quantum leap in technology. *Gland Surg*. 2016;5(6):607.
27. Schneider R, Sekulla C, Machens A, Lorenz K, Nguyen Thanh P, Dralle H. Postoperative vocal fold palsy in patients undergoing thyroid surgery with continuous or intermittent nerve monitoring. *British Journal of Surgery*. 2015 Sep 9;102(11):1380–7.
28. Schneider R, Machens A, Lorenz K, Dralle H. Intraoperative nerve monitoring in thyroid surgery—shifting current paradigms. *Gland Surg*. 2020 Feb 1;9(Suppl 2):S120–8.
29. Yu QA, Liu KP, Zhang S, Li H, Xie CM, Wu YH, et al. Application of Continuous and Intermittent Intraoperative Nerve Monitoring in Thyroid Surgery. *Journal of Surgical Research*. 2019 Nov 1;243:325–31.
30. Sinclair CF, Téllez MJ, Ulkatan S. Continuous Laryngeal Adductor Reflex Versus Intermittent Nerve Monitoring in Neck Endocrine Surgery. *Laryngoscope*. 2021;131(1):230–6.
31. Sedlmaier A, Steinmüller T, Hermanns M, Nawka T, Weikert S, Sedlmaier B, et al. Continuous versus intermittent intraoperative neuromonitoring in complex benign thyroid surgery: A retrospective analysis and prospective follow-up. *Clinical Otolaryngology*. 2019 Nov 1;44(6):1071–9.
32. Türk Y, Kıvratma G, Özdemir M, İçöz G, Makay Ö. The use of thyroid cartilage needle electrodes in intraoperative neuromonitoring during thyroidectomy: Case-control study. *Head Neck*. 2021;43(11):3287–93.
33. Jung SM, Tae K, Song CM, Lee SH, Jeong JH, Ji YB. Efficacy of Transcartilaginous Electrodes for Intraoperative Neural Monitoring During Thyroid Surgery. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2020;13(4):422.
34. Chiang FY, Lu IC, Chang PY, Dionigi G, Randolph GW, Sun H, et al. Comparison of EMG signals recorded by surface electrodes on endotracheal tube and thyroid cartilage during monitored thyroidectomy. *Kaohsiung J Med Sci*. 2017 Oct 1;33(10):503–9.

Konflikt interesa: Nema

Primljeno: 21. 02. 2024.

Prihvaćeno: 18. 03. 2024.

Onlajn: 30. 06. 2024.

