

Endoarterectomia carotidea: valutazione di una tecnica di anestesia generale “combinata”



Ann. Ital. Chir., 2011 82: 185-190

Letizia Leogrande*, Marco Aversano*, Guglielmo Tellan*, Antonio Menichetti^o,
Giorgio Di Rocco**, Andrea Redler***, Francesca Frezzotti**, Adriano Redler**, Alain Muhindo *,
Giovanna Delogu*

Università “La Sapienza”, Roma

*Dipartimento di Scienze Anestesiologiche, Medicina Critica e Terapia del dolore

**Dipartimento di Scienze Chirurgiche

***Divisione di Ortopedia, Azienda Ospedaliera “Sant’Andrea”

^oUnità Operativa Complessa di Anestesia e Terapia Intensiva Post-Chirurgica “Ospedale San Camillo”, Roma

Carotid endarterectomy: evaluation of a “combined” technique of general anesthesia

INTRODUCTION: *The literature suggests several techniques to ensure the optimal anesthetic procedure for carotid surgery. The aim of our study is to combine, in the carotid endarterectomy, a model of general anesthesia with the loco-regional anesthesia in order to test the safety of the method, the eventual brain damage and hemodynamic stability. We also wanted to test whether the immediate postoperative analgesia was adequate.*

MATERIAL AND METHODS: *Seventy eight (78) patients were enrolled in the study (from 60 to 75 years), ASA II-III, candidates for unilateral carotid endarterectomy in a period from June 2008 to January 2009. During the procedure data about perioperative neurologic and hemodynamic complications were collected. At the end of the surgical treatment the pain at the awakening moment through verbal numerical scale VNS was estimated. Data are presented as mean values \pm sd and validated using the χ^2 test, when required. Significance was accepted at a value of $P < 0.05$.*

RESULTS: *85% of patients reported a VNS between 1 and 2 and 10% equal to 3-5. In the study 95% of patients ($P < 0.05$) appreciated the technique and only 3 patients reported their dissatisfaction. There was no mortality and in 5 patients a postoperative morbidity was registered.*

DISCUSSION: *The study demonstrated the advantages in combining loco-regional anesthesia (valid monitoring of neurological and hemodynamic stability) with general anesthesia (complete airways control and patient comfort) during carotid surgery.*

KEY WORDS: Endarterectomy, General anesthesia, Loco-regional anesthesia.

Introduzione

La letteratura propone diverse tecniche al fine di garantire la procedura anestesiologica ottimale per la chirurgia carotidea. Risulta molto difficile e tuttora fonte di

inesauribili dibattiti, stabilire quale sia la soluzione più adeguata. La maggiore controversia in materia riguarda il ricorso all’anestesia loco-regionale quale alternativa all’anestesia generale. Studi non randomizzati evidenzerebbero una morbilità e mortalità più bassa con l’anestesia loco-regionale, mentre trials randomizzati non dimostrerebbero differenze significative tra le due tecniche anestesiologiche^{1,2}. Ai vantaggi di una maggiore protezione cerebrale ed una sicura gestione delle vie aeree offerti dall’anestesia generale si contrappone, con la metodica loco-regionale, una più elevata stabilità emodinamica, un controllo più accurato dello stato neurologico del paziente³ ed un ridotto uso dello shunt durante la fase

Pervenuto in Redazione Luglio 2010. Accettato per la pubblicazione Novembre 2010

Per corrispondenza: Dott. Giorgio Di Rocco, Via S. Ippolito 15a, 00162 Roma (RM) (e-mail: giorgiodirocco@virgilio.it).

di clampaggio carotideo⁴. Tuttavia in corso di anestesia regionale il comfort del paziente è spesso ridotto per l'ansia, la paura, il dolore muscolare e articolare causato dal decubito obbligato sul tavolo operatorio pur in condizioni di riuscita anestesia. In uno studio condotto su 1000 blocchi del plesso cervicale per endoarterectomia carotidea è stato necessario ricorrere intraoperatoriamente ad un supplemento di anestetico locale nel 53% dei pazienti, a sedazione nel 66% ed addirittura ad anestesia generale nel 2,5% dei casi⁵. Benzodiazepine e altri ipnotici sono stati utilizzati per la sedazione, tuttavia tali farmaci possono interferire con il monitoraggio neurologico, causare instabilità emodinamica, e richiedere un controllo delle vie aeree⁶. Il Remifentanil in infusione continua a bassi dosaggi non interferisce con le funzioni cerebrali, ed utilizzato in associazione al blocco cervicale superficiale migliora la compliance dei pazienti. Peraltro in alcuni casi si è verificata rigidità toracica, depressione respiratoria e/o sedazione profonda⁷.

Le esperienze riferite ci hanno indotto a prendere in considerazione, nel presente studio, la possibilità di combinare, nell'endoarterectomia carotidea, un modello di anestesia generale con quella loco-regionale così da prevedere un risveglio intraoperatorio. Scopo finale è stato quello di verificare se tale metodica era in grado di garantire sufficiente sicurezza, nei termini di prevenzione del danno cerebrale e stabilità emodinamica come anche un'adeguata copertura analgesica nel postoperatorio immediato. Abbiamo inoltre rilevato il gradimento da parte dei pazienti, nonché la morbilità e mortalità nei 30 giorni consecutivi alla procedura.

Materiale e metodi

Previa approvazione da parte del Comitato Etico sono stati inseriti in uno studio prospettico 78 pazienti, età compresa tra 60-75 anni, ASA II-III, candidati ad intervento di endoarterectomia carotidea monolaterale in un periodo compreso tra Giugno 2008 e Gennaio 2009 (Tab. I). Il 57,6% dei soggetti aveva già subito l'intervento sulla carotide controlaterale. La popolazione esaminata presentava anamnesi positiva per deficit neurologici transitori (61,5%), per cardiomiopatia ischemica (46,1%), per scompenso cardiaco (2,5%), per malattia diabetica (57%) e per insufficienza renale (5,1%). Il reclutamento ha previsto il consenso informato di tutti

i soggetti studiati. I criteri di esclusione sono stati: il rifiuto esplicito o difficoltà di collaborazione da parte del paziente, anamnesi positiva per pregressa intubazione difficile (Cormack-Lehane 3-4), presenza di disturbi neurologici ovvero una storia di allergia agli anestetici.

TECNICA ANESTESIOLOGICA

Venivano posizionate in camera operatoria due cannule venose periferiche di calibro 14-16 Ga ed una cannula in arteria radiale 18-20 Ga omolaterale rispetto alla carotide da sottoporre ad intervento.

Il monitoraggio perioperatorio prevedeva l'elettrocardiografia a cinque derivazioni, la pressione arteriosa invasiva, la pulsossimetria periferica, l'EtCO₂, l'analisi inspiratoria ed espiratoria dei gas.

Non è stata effettuata alcuna premedicazione con ipnotici o analgesici al fine di non interferire con la valutazione neurologica. Prima dell'induzione dell'anestesia è stata iniettata una dose di 0,01mg/Kg di atropina solfato. Dopo preossigenazione con una miscela di ossigeno ed aria (FiO₂ 0,8) veniva indotta l'anestesia mediante infusione continua di Remifentanil attraverso una pompa di infusione elettronica (Perfusor[®] compact B. Braun, Melsungen AG, Germania) in una via venosa appositamente dedicata, ad un dosaggio compreso tra 0,5 e 1 µg/Kg/min per 2-4 minuti. Alla comparsa dei primi segni clinici del raggiunto onset time del farmaco, veniva avviata l'altra via venosa con un bolo di Propofol ad un dosaggio di 1-2 mg/Kg. Dopo la perdita della ventilazione spontanea, previa nebulizzazione di lidocaina 2% 5 ml mediante siringa laringea sulle corde vocali e sulla prima porzione della trachea, si procedeva ad intubazione orotracheale senza ricorso aggiuntivo di miorilassante. Ad avvenuta intubazione si applicava una ventilazione a pressione positiva intermittente (IPPV) con un tidal volume di 6-8 ml/Kg, frequenza respiratoria di 10-14 atti al minuto così da mantenere una EtCO₂ compresa tra 30 e 35 mmHg ed una miscela di aria e ossigeno con FiO₂ 0,4. L'infusione di Remifentanil veniva ridotta a 0,1-0,25 µg/Kg/min, per consentire il recupero della coscienza da parte del paziente. Durante questa fase si effettuava il blocco del plesso cervicale superficiale. Prendendo come punto di reperi C₃, lungo il margine posteriore dello sternocleidomastoideo, si iniettavano 15 ml di Ropivacaina 0,2% e si proseguiva con l'infiltrazione del sottocute lungo l'intero decorso dell'incisione chirurgica con 15 ml di Ropivacaina 0,2%.

Si ricercavano, quindi, i primi segni della superficializzazione, ossia l'ammiccamento allo stimolo tattile, movimenti spontanei o risposta allo stimolo verbale. Durante la fase di clampaggio si effettuava la valutazione neurologica del paziente attraverso "awake test" motorio. A paziente sveglio e cosciente si chiedeva di muovere alternativamente tutti e quattro gli arti (T1). Dopo 1 minuto si effettuava nuovamente l'"awake test" motorio (T2) che veniva ripetuto ogni 15 minuti, per i successivi 45

TABELLA I - Dati demografici dei pazienti studiati (n°= 78)

*Età (aa)	68 ± 4
Sesso (M/F)	42/36
BMI medio	23,82
ASA (II/III)	32/46

*I dati sono riportati come media ± d.s.

minuti (T3,T4,T5). Quando si verificava un deficit neurologico non risolvibile con la stabilizzazione dei parametri vitali o con l'aumento di FiO₂ si procedeva chirurgicamente al posizionamento di shunt.

Trenta minuti prima dell'estubazione si somministrava lentamente un antiemetico per via endovenosa (ondansetron 4 mg o tropisetron 8 mg) ed alla fine della sutura cutanea veniva interrotta progressivamente l'infusione di Remifentanil. L'estubazione si realizzava a paziente vigile, con riflessi della tosse e deglutizione presenti, frequenza respiratoria maggiore di 10 atti al minuto, SpO₂>95% con Fi O₂ 0,5. Dopo 5 minuti dall'estubazione, si procedeva ad una nuova valutazione neurologica sempre attraverso la verifica del movimento dei quattro arti (T6).

Durante tutta la procedura venivano raccolti dati sulle complicanze perioperatorie ossia necessità di effettuare correzioni dello stato emodinamico, comparsa di rigidità muscolare e/o difficoltà all'intubazione.

A fine intervento veniva stimato il grado di dolore al risveglio mediante scala numerica verbale

VNS⁸: 0 = nessun dolore

1-2 = dolore lieve e limitato nel tempo

3-5 = dolore lieve ma prolungato

6-7 = dolore severo e prolungato

8-10 = dolore intollerabile

Il giorno dopo veniva valutato il gradimento per la metodica da parte dei pazienti utilizzando una scala a 4 livelli di Likert (4: molto soddisfatto; 1: molto insoddisfatto)⁹.

Le complicanze neurologiche e cardiovascolari intese come incidenza di TIA ed infarto del miocardio come anche la mortalità sono state indagate fino a 30 giorni dopo l'intervento.

ANALISI STATISTICA

I dati sono presentati come media ± ds e validati applicando il test χ^2 , quando richiesto. La significatività è stata accettata ad un valore di $p \leq 0,05$.

Risultati

La durata media dell'intervento è stata di 45,3 ± 14,7 minuti, con una fase di clampaggio pari a 23,5 ± 1,8 minuti, e durata totale dell'anestesia di 66,11 ± 7,4 minuti (Tab. II). I dosaggi dei farmaci impiegati durante l'anestesia sono riportati nella Tabella III, mentre le compli-

TABELLA II - Tempi operatori e durata dell'anestesia

*Durata media intervento chirurgico (min)	45,3 ± 14,7
*Fase di clampaggio (min)	23,5 ± 1,8
*Durata totale anestesia (min)	66,11 ± 7,4

*I dati sono riportati come media ± d.s.

TABELLA III - Dosaggi dei farmaci impiegati

Remifentanil (Induzione) mg/kg/min	0,7 ± 0,2
Remifentanil (mantenimento) mg/kg/min	0,15 ± 0,05
Propofol mg/kg	1,2 ± 0,5

I valori sono riportati come media ± d.s.

TABELLA IV - Complicanze perioperatorie (n° casi = 78)

	N° pz	%
Rigidità toracica	6	7,6
IOT difficile	2	2,5
Instabilità emodinamica	11	14,1

canze perioperatorie considerate sono elencate nella Tabella IV.

Le più comuni alterazioni emodinamiche sono state bradicardia (Fc<50bpm) in 4 pazienti, ipotensione arteriosa (PAM<60mmHg) in 5 pazienti ed ipertensione (PAM>30% rispetto ai valori basali) in 2 casi.

Durante la procedura chirurgica la percentuale di soggetti ha conservato la capacità di movimento dei 4 arti in tutti i tempi di studio ha oscillato tra il 75% ed il 95% (Fig. 1). È stato necessario posizionare lo shunt solo in 8 pazienti in quanto nei restanti casi, l'aumento della FiO₂ ed il riequilibrio dei parametri vitali, ha evitato la necessità di utilizzare il suddetto dispositivo.

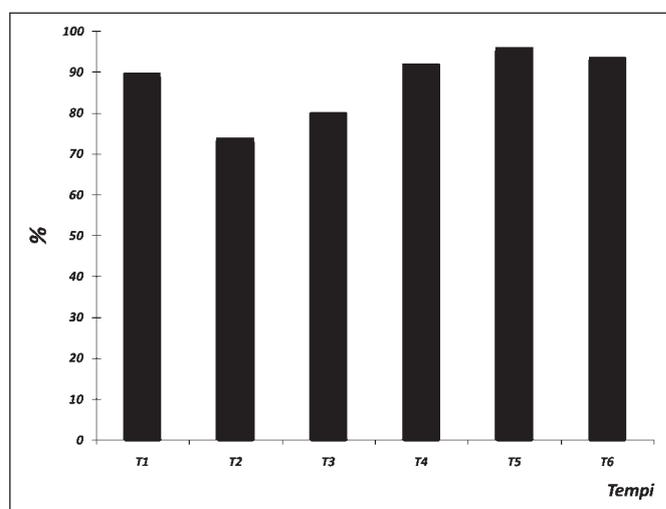


Fig. 1: Percentuale di casi che hanno dimostrato integrità neurologica, intesa come capacità di movimento dei quattro arti durante i tempi di studio (T1-T6).

T1 = A paziente sveglio e cosciente

T2 = 60 sec. Dopo T1

T3 = 15 min. dopo T2

T4 = 15 min. dopo T3

T5 = 15 min. dopo T4

T6 = 5 min. dopo l'estubazione

Il grado di dolore al risveglio, indagato tramite scala VNS, è riportato nella Fig. 2. Come si può osservare l'85% dei casi ha riferito una VNS compresa tra 1 e 2 ed il 10% una VNS pari a 3-5. Nella popolazione in esame un numero significativo di casi ($p < 0,05$) ha dichiarato di aver gradito la tecnica utilizzata e soltanto 3 pazienti hanno denunciato la propria insoddisfazione (Fig. 3).

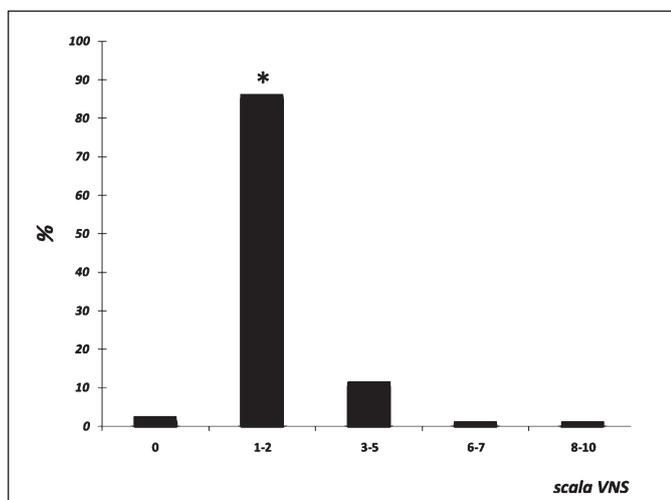


Fig. 2: Percentuale di soggetti che hanno lamentato dolore postoperatorio secondo scala VNS.

0 = Nessun dolore

1-2 = Dolore lieve e limitato nel tempo

3-5 = Dolore lieve ma prolungato

6-7 = Dolore severo e prolungato

8-10 = Dolore intollerabile

* $p < 0,05$ vs tutti gli altri valori

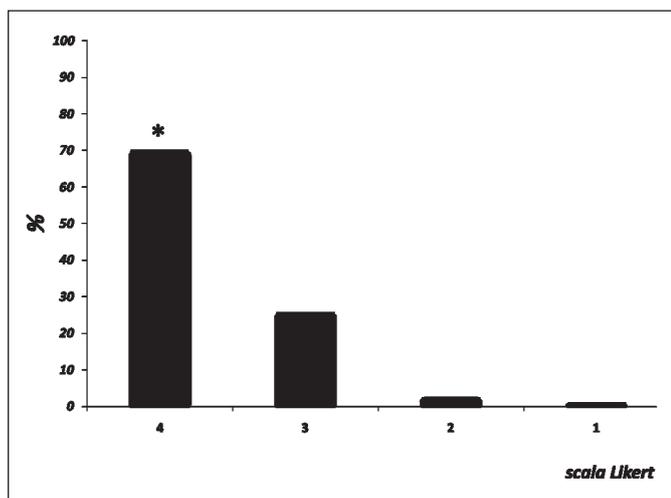


Fig. 3: Gradimento della tecnica anestesiológica da parte dei pazienti esaminati secondo la scala Likert.

4 = Molto soddisfatti

3 = Soddisfatti

2 = Non soddisfatti

1 = Molto insoddisfatti

* $p < 0,05$ vs gli altri valori

Per quanto attiene alla morbilità postoperatoria abbiamo osservato solo 3 casi di deficit neurologici completamente regrediti entro 48-72 ore, e due casi di infarto del miocardio, prontamente trattati e dimessi in buone condizioni.

La mortalità registrata nel tempo di studio è stata pari a 0.

Discussione

La scelta dell'uso di una tecnica di anestesia loco regionale piuttosto che generale durante un intervento chirurgico di endoarteriectomia carotidea è fonte di un acceso dibattito in letteratura.

Uno studio recente di Ferrero E. *et al* ha messo in evidenza che le percentuali di morbilità e mortalità registrate dopo un intervento chirurgico di endoarteriectomia carotidea sono sovrapponibili a prescindere che il paziente sia stato sottoposto ad anestesia loco regionale o general¹⁰.

Lo studio in oggetto è stato intrapreso allo scopo di utilizzare nella endoarteriectomia carotidea i principali vantaggi dell'anestesia loco-regionale, come l'attendibilità del monitoraggio neurologico e la stabilità emodinamica, associati a quelli dell'anestesia generale, garanti del controllo delle vie aeree e del maggiore comfort per i pazienti. La metodica impiegata ci ha consentito di far uso del solo blocco cervicale superficiale riducendo al minimo il dosaggio degli anestetici locali come anche il rischio delle complicanze associate al blocco cervicale profondo^{11,12}. L'oppioide di scelta è stato il Remifentanil perché caratterizzato da un'emivita brevissima e quindi da una durata d'azione limitata nel tempo, effetti clinici precisi, prevedibili e facilmente titolabili¹³.

Gli aspetti meno positivi da noi riscontrati riguardano l'induzione laboriosa, tale da richiedere un'esperienza collaudata da parte dell'operatore nonché alcuni effetti collaterali come l'insorgenza di rigidità toracica, peraltro attesa, quando il Remifentanil non viene somministrato assieme ai miorellassanti¹⁴.

Bevilacqua et al. hanno descritto una tecnica simile a quella da noi impiegata ma con qualche significativa differenza. La principale riguarda sia l'utilizzo di Diazepam in premedicazione sia l'infusione di Propofol fino a 20 minuti prima del clampaggio nonché il diverso monitoraggio neurologico durante il clampaggio medesimo¹⁵. I risultati da noi ottenuti sono comunque sovrapponibili a quelli dell'Autore citato nei termini della stabilità emodinamica e del livello di gradimento da parte dei pazienti¹⁵.

Come è noto, le principali complicanze dell'endoarteriectomia carotidea sono cerebrovascolari e cardiologiche. L'incidenza degli eventi cerebrovascolari nel periodo perioperatorio è pari al 4,5% per soggetti asintomatici e 6,8% per quelli sintomatici¹⁶. Al fine di ridurre tale incidenza sono stati proposti numerosi test specialistici capaci di monitorare l'attività elettrica¹⁷ ovvero la per-

fusione cerebrale¹⁸⁻²⁰. Nessuno di essi tuttavia sarebbe così sensibile come la valutazione neurologica diretta nel paziente in anestesia loco-regionale^{21,22}. Associando quest'ultima all'anestesia generale con risveglio intraoperatorio, come da noi sperimentato in questo studio, si garantisce il controllo della ventilazione e quindi dei valori di PCO₂ e PO₂, l'equilibrio dei quali incide significativamente sulla omeostasi della funzione cerebrale^{23,24}. È inoltre interessante sottolineare come con la tecnica descritta è stato possibile ricorrere molto limitatamente all'uso dello shunt il cui utilizzo comporta rischi che possono determinare essi stessi un ictus iatrogeno, per embolia gassosa o dissecazione della carotide medesima^{25,26}.

L'incidenza di infarto del miocardio o arresto cardiaco entro 30 giorni dall'intervento di endoarterectomia carotidea è valutato tra l'1% e il 5%²⁷. Tuttavia secondo la classificazione di Lee²⁷ l'anamnesi positiva per cardiomiopatia ischemica, scompenso cardiaco, stroke, diabete e insufficienza renale modificherebbe tale valore. Infatti per la concomitanza di uno solo di questi fattori il rischio si eleverebbe fino al 7-11%^{28,29,30}. Nel lavoro che abbiamo presentato, nonostante l'elevata incidenza di diabete, miocardiopatia e anamnesi positiva per deficit neurologici abbiamo registrato solo due casi di infarto del miocardio e nessun evento di assoluta gravità come l'arresto cardiaco. Riteniamo che la stabilità emodinamica ottenuta con la metodica anestesiológica sperimentata abbia contribuito alla bassa percentuale di complicanze cardiovascolari osservate.

Un altro vantaggio riscontrato è il notevole comfort per i pazienti considerato l'elevato gradimento della tecnica da loro stessi dichiarato.

Un limite dello studio è la mancanza di un confronto tra la metodica stessa ed altri modelli alternativi, confronto che ci siamo posti come obiettivo a breve scadenza per un ulteriore approfondimento ed ottimizzazione della procedura anestesiológica nell'endoarterectomia carotidea.

Riassunto

INTRODUZIONE: La letteratura propone diverse tecniche al fine di garantire la procedura anestesiológica ottimale per la chirurgia carotidea. La possibilità di combinare, nell'endoarterectomia carotidea, un modello di anestesia generale con quella loco-regionale è stato lo scopo del nostro studio per verificare la bontà della metodica in termini di sicurezza, prevenzione del danno cerebrale e di stabilità emodinamica. Si è voluto inoltre valutare se la copertura analgesica nel postoperatorio immediato fosse adeguata.

MATERIALE E METODI: Sono stati inseriti nello studio 78 pazienti di età compresa tra i 60 ed i 75 anni, ASA II-III, candidati ad intervento di endoarterectomia carotidea monolaterale in un periodo compreso tra Giugno

2008 e Gennaio 2009. Durante tutta la procedura venivano raccolti dati sulle complicanze emodinamiche e neurologiche perioperatorie. A fine intervento veniva stimato il grado di dolore al risveglio mediante scala numerica verbale VNS. I dati sono presentati come media \pm ds e validati applicando il test χ^2 , quando richiesto. La significatività è stata accettata ad un valore di $p \leq 0,05$. **RISULTATI:** L'85% dei casi ha riferito una VNS compresa tra 1 e 2 ed il 10% una VNS pari a 3-5. Nella popolazione in esame il 95% dei casi ($p < 0,05$) ha dichiarato di aver gradito la tecnica utilizzata e soltanto 3 pazienti hanno denunciato la propria insoddisfazione. La mortalità registrata è stata pari a 0 ed in 5 casi si è osservata una morbidità postoperatoria.

DISCUSSIONE: Lo studio ha dimostrato come nell'endoarterectomia carotidea possano essere uniti i vantaggi dell'anestesia loco-regionale (valido monitoraggio neurologico e stabilità emodinamica) a quelli dell'anestesia generale (completo controllo delle vie aeree e comfort del paziente).

Bibliografia

- 1) Tangkanakul C, Counsell CE, Warlow CP: *Local versus general anesthesia in carotid endarterectomy: A systematic review of the evidence.* Eur J Vasc Endovasc Surg, 1997; 13:491-99.
- 2) Rerkasem K, Bond R, Rothwell PM: *Local versus anaesthesia for carotid endarterectomy.* Cochrane Database Syst Rev, 2004; CD000126.
- 3) Rockman CB, Riles TS, Gold M, Lamparello PJ: *A comparison of regional and general anesthesia in patients undergoing carotid endarterectomy.* J Vasc Surg, 1996; 24:946-53.
- 4) Lewis SC, Warlow CP, Bodenham AR, et al.: *General anaesthesia versus local anaesthesia for carotid surgery (GALA): A multicentre, randomized controlled trial.* Lancet, 2008; 372:2132-142.
- 5) Davies MJ, Silbert BS, Scott DA: *Superficial and deep cervical plexus block for carotid artery surgery: A prospective study 1000 blocks.* Reg Anesth, 1997; 22:442-46.
- 6) Shah DM, Darling C, Chang BB: *Carotid endarterectomy in awake patients: Its safety, acceptability and outcome.* J Vasc Surg, 1994; 19:1015-20.
- 7) Lawers M, Camu F, Breivik H, Rosen M, Horn A: *The safety and effectiveness of remifentanyl as adjunct sedative for regional anaesthesia.* Anesth Analg, 1999; 88:134-40.
- 8) Bailey B, Daoust R, Doyon-Trottier E, Dauphin-Pierre S, Gravel J: *Validation and properties of the verbal numeric scale in patients with acute pain.* Pain, 2010; 56-62.
- 9) Bauer M, Bohrer H, Aichele G, Bach A, Martin E: *Measuring patient satisfaction with anaesthesia: Perioperative questionnaire versus standardized face-to-face interview.* Acta Anaesthesiol Scand, 2001; 45:65-72.
- 10) Ferreo E, Ferri M, Viazzo A, et al.: *Carotid endarterectomy: Comparison between general and local anesthesia. Revision of our experience with 428 consecutive cases.* Ann. Vasc Surg, 2010; 24(8):1034-37.

- 11) Ivanec Z, Mazul-Sunkol B, Lovricevic I, Sonicki Z, Krolo H: *Superficial versus combined (deep and superficial) cervical plexus block for carotid endarterectomy*. Acta Clin Croat, 2008; 47(2):81-86.
- 12) D'Honner G, Motamed C, Tual L, Combes X: *Respiratory distress after a deep cervical plexus block*. Anesthesiology, 2005; 102:110.
- 13) Glass PS, Hardman D, Kamiyama Y, Quill TJ, Marton G, Donn KH, Grosse CM: *Preliminary pharmacokinetics and pharmacodynamics of an ultra-short-acting opioid: Remifentanyl*. Anesth Analg, 1993; 77:1031-40.
- 14) Lawers MH, Vanlersberghe C, Camu F.: *Comparison of remifentanyl and propofol infusions for sedation during regional anesthesia*. Reg Anesth Pain Med, 1998; 23(1):64-70.
- 15) Marcucci G, Siani A, Antonelli R, et al.: *Carotid endarterectomy: General anaesthesia with remifentanyl conscious sedation vs locoregional anaesthesia*. Int Angio. 2009; 28(6):496-99.
- 16) Rothwell PM, Slattery J, Warlow CP: *A systematic review of the risks of stroke and death due to endarterectomy for symptomatic carotid stenosis*. Stroke, 1996; 27:260-65.
- 17) Sundt TM: *Correlation of cerebral blood flow and electroencephalographic changes during carotid endarterectomy*. Mayo Clin Proc, 1981; 56:533-43.
- 18) Moritz S, Kasprzak P, Arlt M: *Accuracy of cerebral monitoring in detecting cerebral ischemia during carotid endarterectomy: A comparison of transcranial Doppler sonography, near-infrared spectroscopy, stump pressure, and somatosensory evoked potentials*. Anesthesiology, 2007; 107:563-69.
- 19) Jacob T, Hingorani A, Ascher E: *Carotid artery stump pressure (CASP) in 1135 consecutive endarterectomies under general anesthesia: an old method that survived the test of times*. J Cardiovasc Surg, 2007; 48:677-81.
- 20) Astarci P, Gueri JM, Robert A: *Stump pressure and somatosensory evoked potentials for predicting the use of shunt during carotid surgery*. Ann Vasc Surg, 2007; 21:312-17.
- 21) Hans SS, Jareunpoon O: *Prospective evaluation of electroencephalography, carotid artery stump pressure, and neurologic changes during 314 consecutive carotid endarterectomies performed in awake patients*. J Vasc Surg, 2007; 45:511-15.
- 22) Schneemilch CE, Ludwing S, Ulrich A: *Somatosensory evoked potentials and biochemical markers of neuronal deficits in patients undergoing carotid endarterectomy under regional anesthesia*. Zentralbl Chir, 2007; 132:176-82.
- 23) Howell SJ: *Carotid endarterectomy*. Br J Anaesth, 2007; 99:119-131.
- 24) Coppi G, Moratto R, Ragazzi G, Nicolosi E, Silingardi R, Benassi Franciosi G, Rambaldi M, Navi A, Ciardullo AV: *Effectiveness and safety of carotid endarterectomy under remifentanyl*. J Cardiovasc Surg, 2005; 46:431-36.
- 25) Gala Trial Collaborators: *General anaesthesia versus local anaesthesia for carotid surgery: A multicentre, randomised controlled trial*. Lancet, 2000; 372:2132-142.
- 26) Cooley Da, Chapa L, Coelho A: *Carotid endarterectomy without temporary intraluminal shunt. Study of 309 consecutive operations*. Ann Surg, 1999; 191:708-14.
- 27) Boersma E, Kertai MD, Schouten O, Bax JJ, Klein J: *Perioperative cardiovascular mortality in noncardiac surgery: Validation of the Lee cardiac risk index*. Am J Med, 2005; 118:1134-141.
- 28) Lee Th, Marcantonio Er, Mangione Cm, Poss R, Pedan A, Goldman L: *Derivation and prospective validation of a simple index for prediction of cardiac risk of major noncardiac surgery*. Circulation, 1999; 100:1043-49.
- 29) Detsky As, Abrams Hb, Forbath N, Scott JG, Hilliard Jr: *Cardiac assessment for patients undergoing noncardiac surgery. A multifactorial clinical risk index*. Arch Intern Med, 1986; 146:2131-134.
- 30) Goldman L, Caldera Dl, Murray B, Nolan J, Caplan Ch: *Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures*. N Engl J Med, 1977; 297:845-50.