



ESRA ITALIAN CHAPTER

30° NATIONAL MEETING

Presidents:

Giuseppe Servillo, Fabrizio Fattorini

13-15 NOV 2025

NAPOLI
HOTEL RAMADA

REGIONAL
ANAESTHESIA:
LET'S OPEN
THE BORDERS



Monitoring infusion in peripheral nerve blocks: *where do we stand?*

Valentina Simone

Usl Toscana Sud-Est

valentina.simone@uslsudest.toscana.it



SIARTI
PRO VITA CONTRA DOLORI SEMPER

LINEE GUIDA

**LINEE GUIDA PER LA
SICUREZZA IN ANESTESIA
LOCO-REGIONALE**

Versione 1 – 28.08.2024

Società scientifiche coinvolte



European Society of
Regional Anesthesia
& Pain Therapy
ESRA ITALIA

P.I.C.O.

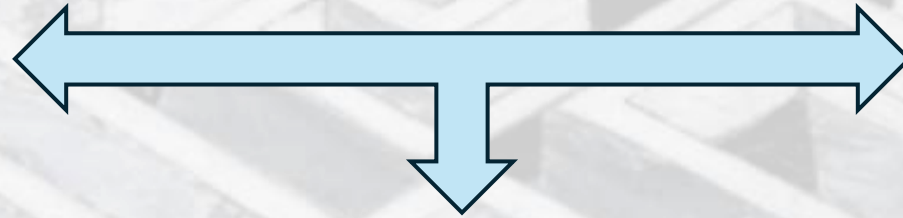
Population

Intervention

Comparison

Outcome

PICO



Outcome

**GRADE
METHOD**

Statement

Good

Practices

Recommendations

Recommendations

PICO	RACCOMANDAZIONE
PICO 1 - È sicuro effettuare un blocco centro-neuroassiale in pazienti in terapia con cardioaspirina? • <i>Population</i>: popolazione di pazienti adulti (≥18 anni) in terapia con cardioaspirina • <i>Intervention</i>: blocco centro-neuroassiale in paziente con cardio-aspirina • <i>Comparator</i>: blocco centro-neuroassiale in pazienti a cui non è somministrata cardio-aspirina • <i>Outcome</i>: incidenza ematoma spinale	1.1 - Nei pazienti adulti in terapia con cardioaspirina, sottoposti ad anestesia regionale con blocco neuroassiale si suggerisce di continuare la somministrazione di cardioaspirina, perché non aumenta l'incidenza di ematomi spinali. <i>Raccomandazione condizionata a favore. Certezza delle prove: bassa.</i>
PICO 2 - L'utilizzo associato (Dual guidance) dell'ecografo e dell'ENS nei blocchi nervosi periferici con componente motoria nel paziente adulto aumenta l'efficacia e la sicurezza nel blocco chirurgico, riducendo danni neurologici e nervosi? • <i>Population</i>: popolazione di pazienti adulti (≥18 anni) • <i>Intervention</i>: utilizzo associato (Dual guidance) dell'ecografo e dell'ENS nei blocchi nervosi periferici con componente motoria • <i>Comparator</i>: uso esclusivo dell'ENS • <i>Outcome</i>: efficacia e sicurezza nel blocco chirurgico, sottoforma di riduzione dell'incidenza di danni neurologici o danni nervosi	2.1 - Nei pazienti adulti sottoposti a procedure mediche richiedenti anestesia loco-regionale l'utilizzo di somministrazione mediante dual guidance rispetto alla guida esclusiva da ENS nei blocchi nervosi periferici con componente motoria è suggerita in quanto riduce il rischio di insorgenza di complicanze gravi di natura neurologica e/o nervosa. <i>Raccomandazione condizionata a favore. Certezza delle prove: media</i>
PICO 3 - L'utilizzo delle tecniche di blocco periferico ecoguidato è sicuro nei pazienti adulti in terapia con anticoagulanti Direct Oral Anticoagulants –DOAC? • <i>Population</i>: popolazione di pazienti adulti (≥18 anni) in terapia con anticoagulanti orali (DOAC) • <i>Intervention</i>: procedura medica attuata in blocco periferico • <i>Comparator</i>: procedura medica non attuata in blocco periferico • <i>Outcome</i>: incidenza di eventi emorragici maggiori	3.1 - Nei pazienti adulti (≥18 anni) in terapia con anticoagulanti orali (DOAC) sottoposti a procedure mediche richiedenti blocco nervoso periferico si suggerisce l'utilizzo del blocco nervoso periferico ecoguidato in quanto sicuro e non aumenta l'incidenza di complicanze emorragiche. <i>Raccomandazione condizionata a favore. Certezza delle prove: bassa.</i>
PICO 4 - L'utilizzo di metodiche ecoguidate nei pazienti adulti può aumentare la sicurezza nel blocco? • <i>Population</i>: popolazione di pazienti adulti (≥18 anni) • <i>Intervention</i>: utilizzo di metodiche ecoguidate per somministrazione del blocco nervoso periferico • <i>Comparator</i>: somministrazione di anestesia loco-regionale per via epidurale • <i>Outcome</i>: sicurezza nel blocco chirurgico, sottoforma di riduzione dell'incidenza di LAST (tossicità sistemica da anestesia locale).	4.1 - Nei pazienti adulti (≥18 anni) è suggerito l'utilizzo di metodiche ecoguidate per la somministrazione del blocco nervoso periferico in quanto garantisce la sicurezza della procedura nel paziente, riducendo il rischio di complicanze, rispetto alla ALR senza guida ultrasonografica. <i>Raccomandazione condizionata a favore. Certezza delle prove: media.</i>

PICO 5 - La predisposizione del campo chirurgico sterile per l'esecuzione di tecniche neuroassiali per via epidurale, attraverso l'utilizzo di disinfettante, coprisonda, guanti e telini sterili, può favorire la riduzione dell'insorgenza di infezioni legate alla tecnica stessa? • <i>Population</i>: popolazione di pazienti adulti (≥18 anni) • <i>Intervention</i>: procedure che garantiscono la sterilità nei blocchi neuroassiali • <i>Outcome</i>: incidenza infezioni in seguito a singola procedura	5.1 - Nei pazienti adulti (≥18 anni) in soggetti sottoposti a procedure mediche richiedenti anestesia loco-regionale neurassiale per via epidurale è suggerita la predisposizione di un campo chirurgico sterile (attraverso l'utilizzo di disinfettante, coprisonda, guanti e telini e mascherina) durante la procedura al fine di garantire la sicurezza del paziente e della procedura stessa e la riduzione dell'insorgenza di infezioni. <i>Raccomandazione condizionata a favore. Certezza delle prove: bassa.</i>
PICO 6 - La predisposizione del campo chirurgico sterile per l'esecuzione di tecniche loco-regionali periferiche continue, attraverso l'utilizzo di disinfettante, coprisonda, guanti e telini sterili, può favorire la riduzione dell'insorgenza di infezioni legate alla tecnica stessa? • <i>Population</i>: popolazione di pazienti adulti (≥18 anni) • <i>Intervention</i>: procedure che garantiscono la sterilità nei blocchi periferici • <i>Outcome</i>: incidenza infezioni in seguito a singola procedura	6.1 - Nei pazienti adulti (≥18 anni) sottoposti a procedure di tecniche loco-regionali periferiche continue è suggerita la predisposizione di un campo chirurgico sterile (attraverso l'utilizzo di disinfettante, coprisonda, guanti, telini, mascherina) durante la procedura al fine di ridurre l'insorgenza di infezioni e garantire la sicurezza del paziente e della procedura stessa. <i>Raccomandazione condizionata a favore. Certezza delle prove: bassa.</i>

SISTEMA NAZIONALE LINEE GUIDA DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ
Linea guida 2024: Sicurezza in anestesia loco-regionale

Good Practices

PICO	STATEMENT DI BUONA PRATICA CLINICA
PICO 7 - L'utilizzo dei farmaci antiaggreganti è sicuro per il paziente da sottoporre ad un blocco nervoso periferico ecoguidato ENS (Dual guidance)?	7.1 - Il panel di esperti considera sicuri i blocchi periferici superficiali in pazienti in terapia con farmaci antiaggreganti indipendentemente dal dosaggio e dal tipo di farmaco assunto. 7.2 - I blocchi periferici profondi in pazienti in terapia antiaggregante dovrebbero seguire le stesse raccomandazioni delle procedure neuroassiali per quanto riguarda il tempo di sospensione dei farmaci antiaggreganti
PICO 8 - È sicuro effettuare tecniche di blocco nervoso periferico ecoguidato ENS (Dual guidance) nei pazienti adulti in terapia con anticoagulanti?	8.1 - Il panel di esperti ritiene che sia sempre preferibile, ove possibile, un adeguato tempo di sospensione dei farmaci anticoagulanti sia per i blocchi periferici profondi sia per i blocchi periferici superficiali 8.2 - Il panel di esperti ritiene che i blocchi nervosi periferici profondi (come il blocco del plesso lombare), siano blocchi ad elevato rischio di sanguinamento e che, pertanto, nell'impossibilità di aspettare un adeguato tempo dalla sospensione dei farmaci anticoagulanti, tali blocchi non possano essere eseguiti in sicurezza. 8.3 - Il panel di esperti ritiene che i blocchi nervosi periferici superficiali possano essere eseguiti in sicurezza in pazienti adulti in terapia con anticoagulanti anche se tali farmaci non possono essere sospesi. 8.4 - Il panel di esperti ritiene che l'utilizzo della dual guidance rispetto al suo non uso non debba avere influenza sui tempi di sospensione dell'anticoagulante, poiché non esiste alcuna evidenza che l'utilizzo della dual guidance possa ridurre le complicanze emorragiche in terapia con anticoagulanti 8.5 - Il panel di esperti ritiene opportuno che, anche in regime di urgenza e di emergenza, siano ritenute valide tutte le raccomandazioni, precauzioni e prescrizioni previste dalle linee guida internazionali applicate ai casi non urgenti.
PICO 9 - L'esecuzione di blocchi periferici associati alle tecniche di monitoraggio della pressione di infusione, può ridurre l'insorgenza di complicanze neurologiche nel paziente adulto sottoposto a tecniche di anestesia loco-regionali?	9.1 - Il panel multidisciplinare di esperti ritiene che l'esecuzione di blocchi periferici effettuati con tecniche di monitoraggio della pressione di infusione, non riduca l'insorgenza di complicanze neurologiche nel paziente adulto sottoposto a tecniche di anestesia loco-regionali
PICO 10 - La predisposizione del campo chirurgico sterile (disinfettante, coprisonda, guanti e telini) per l'esecuzione di tecniche loco-regionali periferiche single shot, può favorire la riduzione dell'insorgenza di infezioni legate alla tecnica stessa?	10.1 - Il panel multidisciplinare di esperti ritiene che, nell'esecuzione delle tecniche loco-regionali periferiche single shot, la disinfezione cutanea con clorexidina in soluzione etilica 2%, il coprisonda monouso e una tecnica no touch, possono essere sufficienti a ridurre l'insorgenza di infezioni legate alla tecnica stessa.

PICO 11 - Quali sono gli strumenti di monitoraggio postprocedurale del paziente sottoposto a tecniche locoregionali?

11.1 - Il panel multidisciplinare di esperti ritiene che i pazienti sottoposti ad anestesia subaracnoidea ed epidurale debbano essere sempre valutati clinicamente prima della dimissione dal blocco operatorio. Tale valutazione dovrebbe comprendere saturazione di ossigeno, pressione arteriosa e frequenza cardiaca. La dimissione dovrebbe avvenire soltanto dopo una regressione del blocco sensitivo di almeno due dermatomeri e comunque inferiore al dermatomero T12.

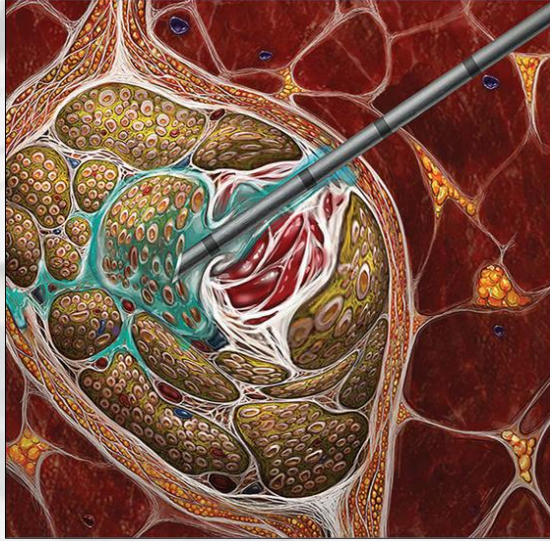
Se si ritiene opportuna la somministrazione di un oppioide intratecale od epidurale è suggerito il monitoraggio dei parametri vitali del paziente per almeno trenta minuti prima della dimissione dal blocco operatorio.

11.2 - Il panel di esperti multidisciplinare ritiene che la sorveglianza del paziente non si limiti esclusivamente al blocco operatorio (sala operatoria, recovery room), ma debba costituire un continuum nel reparto, poiché complicanze anche gravi come gli ematomi neurassiali possono manifestarsi anche tardivamente.

Per tale motivo, è importante prevedere un'attenta sorveglianza neurologica, monitorando con attenzione, il paziente che presenti un prolungamento del blocco sensitivo e/o motorio rispetto all'atteso o una ripresa del blocco sensitivo e/o motorio dopo un'iniziale risoluzione.

SISTEMA NAZIONALE LINEE GUIDA DELL'ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ
 Linea guida 2024: Sicurezza in anestesia loco-regionale

PICO 9



PICO 9 - L'esecuzione di blocchi periferici associati alle tecniche di monitoraggio della pressione di infusione, può ridurre l'insorgenza di complicanze neurologiche nel paziente adulto sottoposto a tecniche di anestesia loco-regionali?



9.1 - Il panel multidisciplinare di esperti ritiene che l'esecuzione di blocchi periferici effettuati con tecniche di monitoraggio della pressione di infusione, non riduca l'insorgenza di complicanze neurologiche nel paziente adulto sottoposto a tecniche di anestesia loco-regionali

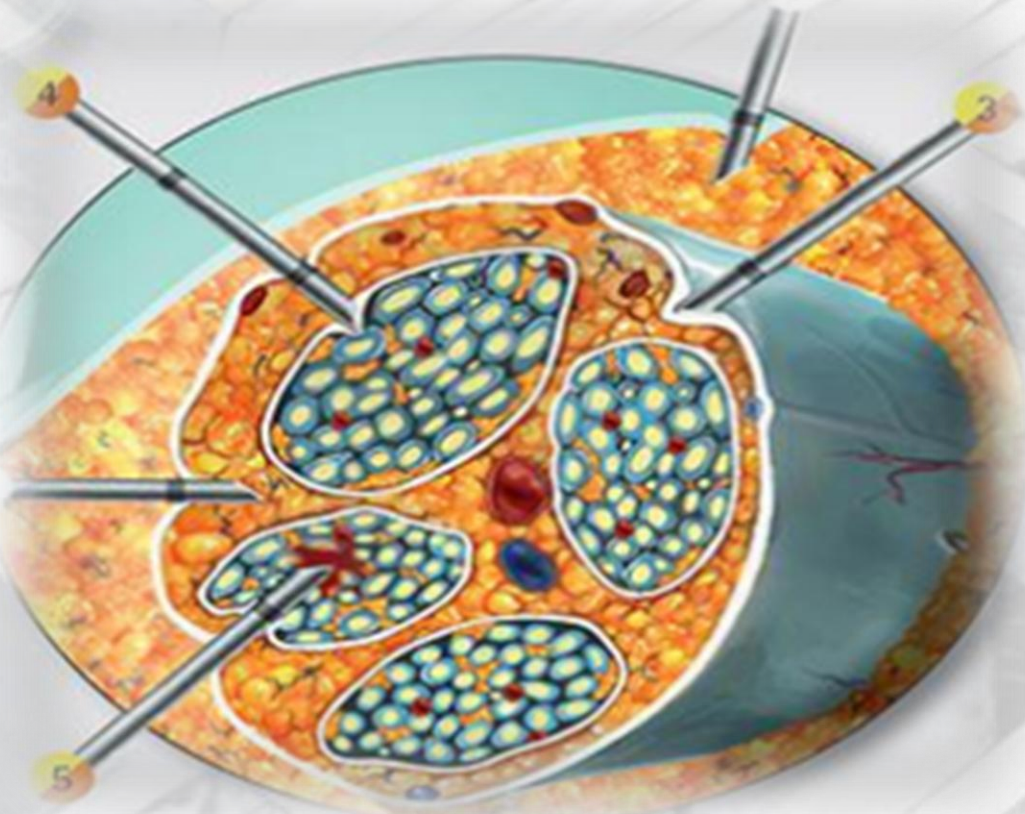
PSI	kPa	mmHg
15	103	775
20	137	1034
25	172	1292

OPI

Opening Pressure Injection

Def: OPI is the pressure required to start the flow of injectate from the needle tip in the first 15 seconds

Hadzic et al. RAPM 2004



REVIEW

Injection pressures measuring for a safe peripheral nerve block

Massimiliano CARASSITI ¹ *, Aurelio DE FILIPPIS ¹, Paola PALERMO ¹, Chiara VALENTI ¹, Fabio COSTA ¹, Carlo MASSARONI ², Emiliano SCHENA ²

TABLE II.—Injection pressure measured in cadaveric model studies.^{10-12, 23}

Study	Model	Measurement system	Nerves	Mean intraneural pressure (psi)	Mean perineural pressure (psi)
Krol ¹⁰	Embalmed cadaveric model	Controlled disc stimulation device	Median Radial Ulnar	29.4±9.29 27.3±8.54 17.9±7.03	7.20±2.53 8.30±2.54 6.70±1.76
Vermeylen ²³	Fresh cadaveric model	Automated infusion pump and manometer	Femoral Saphenous Subgluteal sciatic Tibial Common peroneal	22.4±4.7 21.7±2.6 24.6±4.9 21.5±4.9 25.8±4.3	3.8±0.8 5.3±1.7 4.5±2.2 6.1±1.9 5.6±1.7
Krol ¹¹	Embalmed cadaveric model	Controlled disc stimulation device	Cervical roots Sovraclavicular plexus Infraclavicular plexus Sciatic Common peroneal Tibial	31.2±6.0 24.0±15.0 23.4±9.5 22.6±8.8 19.7±3.5 17.0±7.3	6.1±2.0 9.1±5.5 10.0±4.9 6.0±2.4 6.0±2.4 7.0±2.5
Saporito ¹²	Fresh cadaveric model	Automated infusion pump and optical fiber pressor sensor embedded within the shaft of the needle	Sciatic nerve in popliteal, mid-femoral, sub-gluteal, gluteal position	19±8.12	2.0±0.9

TABLE III.—Injection pressure measured in in-vivo model studies.^{13, 14, 24}

Study	Measurement system	Total patients	Nerves	Intraneural pressure (psi)	OIP>15 psi
Robards ¹⁴	In-line injection pressure monitor (BSmart)	24	Popliteal sciatic nerve	19 of 24: <20 5 of 24: >20	—
Gadsden ²⁴	In-line pressure manometer	16	Brachial plexus C5	PCP: 8.4±2.2 NNC: 22.4±4.2 DSG: 9.0±3.9	16 of 16 measurements
			C6	PCP: 8.8±2.5 NNC: 19.9±3.7 DSG: 9.2±3.1	
			C7	PCP: 9.0±1.6 NNC: 19.0±3.4 DSG: 8.1±1.1	
Gadsden ¹³	Automated infusion pump, BSmart, electronic manometer	20	Femoral	NNC: 14.8±2.1	18 of 20 measurements
			Fascia iliaca indentation: 14.4±2.0		20 of 20 measurements
			Subfascial: 3.6±2.9		0 of 20 measurements
			DSG: 3.4±2.2		0 of 20 measurements

OIP: opening injection pressure; PCP: pre-contact pressure; NNC: needle nerve contact; DSG: disengagement.

TABLE I.—Injection pressure measured in animal model studies.^{6, 7, 9, 18-22}

Study	Model	Measurement system	Nerves	Intraneural pressure (psi)	Perineural pressure (psi)	Neurologic damage in intraneural injections
Lupu ¹⁸	Swine	Automated infusion pump and manometer	Median nerves	Peak: 9.30	—	0% neurological symptoms 60% histological nerve injury 100% histological inflammation
Altermatt ¹⁹	Swine	Automated infusion pump and manometer	Brachial plexus cords and femoral nerves	Mean: 7.40±8.07	—	0% neurological symptoms 0% histological nerve injury
Kapur ²⁰	Rats	Automated infusion pump and manometer	Median nerves	Mean: 12.55±1.92	Mean: 3.64±0.51	—
Vučković ²¹	Rats	Automated infusion pump and manometer	Median nerves	<i>Wistar rats</i> Max: 18.0 Min: 10.12 Mean: 13.67±4.35 <i>Delivered stillborns</i> Max: 21.16 Min: 10.63 Mean: 15.28±5.57	<i>Wistar rats</i> Max: 3.85 Min: 1.92 Mean: 3.34±0.81 <i>Delivered stillborns</i> Max: 4.05 Min: 1.11 Mean: 2.93±0.81	—
Hadzic ⁷	Dogs	Automated infusion pump and manometer	Sciatic nerves	Mean peak: 21.7±16.5	Mean peak: 2.5±0.7	High-pressure injections: 100% neurological symptoms 100% histological nerve injury
Kapur ⁶	Dogs	Automated infusion pump and manometer	Sciatic nerves	Mean: 29.69±7.38 8 of 20: 20-38 psi 12 of 20: ≤12 psi	Mean: 7.48±2.86 All ≤5 psi	40% neurological symptoms 100% histological nerve injury
Quadri ⁹	Swine	Fabry-Perot optical cavity bonded to the tip of an optical fiber	Tibial nerves	—	Mean pressure by injected volume at 5 mL: Tip: 2.21±0.96 Line: 4.30±0.64 Difference: 2.07 (1.82-2.33) at 1 mL: Tip: 3.36±1.50 Line: 7.6±1.19 Difference: 4.25 (4.03-4.45) at 1.5 mL: Tip: 3.74±1.62 Line: 9.24±1.5 Difference: 5.5 (5.31-5.70) at 2.0 mL: Tip: 3.93±1.7 Line: 10.0±1.7 Difference: 6.03 (5.80-6.31)	—
Mornjaković ²²	Dogs	Automated infusion pump and manometer	Sciatic nerves	Intrafascicular: 28.8±7.54 Extrafascicular: 7.73±2.6	—	100% histological nerve injury 100% histological inflammation

High Opening Injection Pressure Is Associated With Needle-Nerve and Needle-Fascia Contact During Femoral Nerve Block

Jeff Gadsden, MD, FRCPC, FANZCA,* Malikah Latmore, MD,†
D. Matt Levine, MB ChB, FANZCA,‡ and Allegra Robinson, RN§

Gadsden et al Regional Anesthesia and Pain Medicine • Volume 41, Number 1, January-February 2016

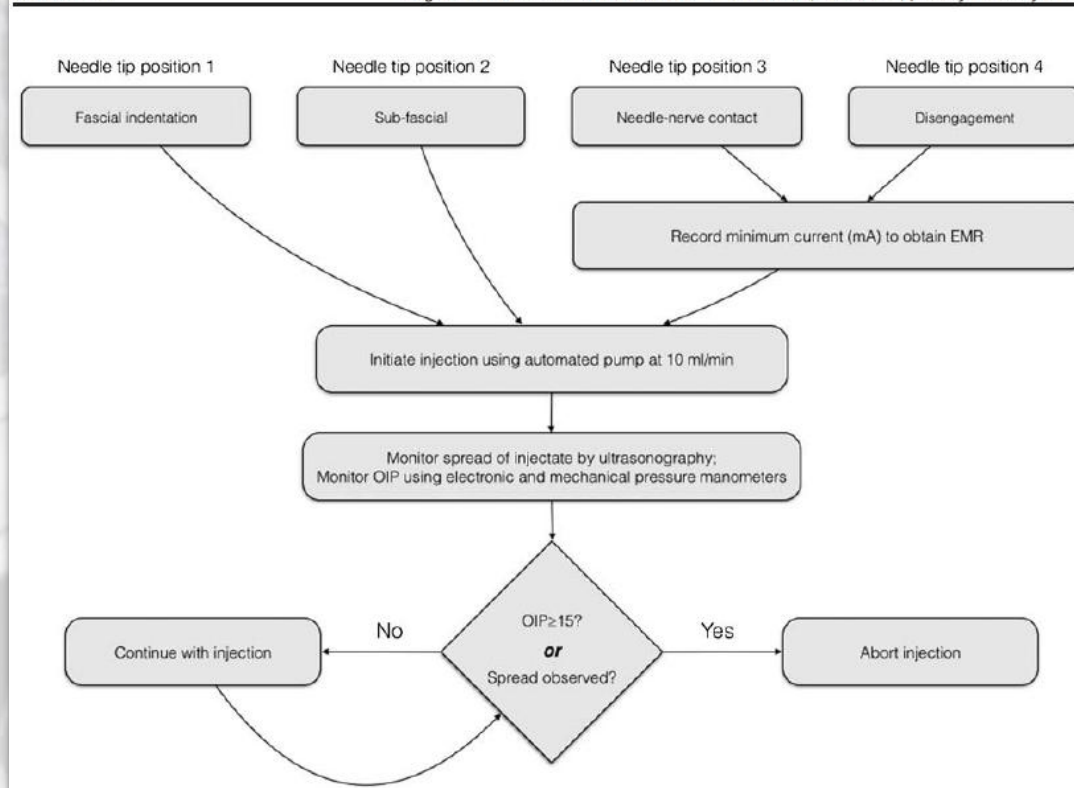


TABLE 2. Opening Injection Pressures of 20 Patients Enrolled in a Study of Needle Tip Position and Injection Pressure During Femoral Nerve Block

Needle Tip Position	≥15 psi, n (%)	<15 psi, n (%)	Mean Highest Pressure (SD, Range)
Needle-nerve*	18 (90)	2 (10)	14.8 psi (2.1, 11.7–18.7)
Fascia iliaca indentation	20 (100)	0	14.4 psi (2.0, 11.7–18.9)
Subfascial†	0	20 (100)	3.6 psi (2.9, 0.5–11.4)
Disengagement (withdrawal 1 mm)	0	20 (100)	3.4 psi (2.2, 0.3–7.4)

Original Article

Real-time continuous monitoring of injection pressure at the needle tip for peripheral nerve blocks: description of a new method

C. Quadri,¹ A. Saporito² and X. Capdevila³

Anaesthesia 2017

Quadri et al. | Continuous monitoring of injection pressure at the needle tip

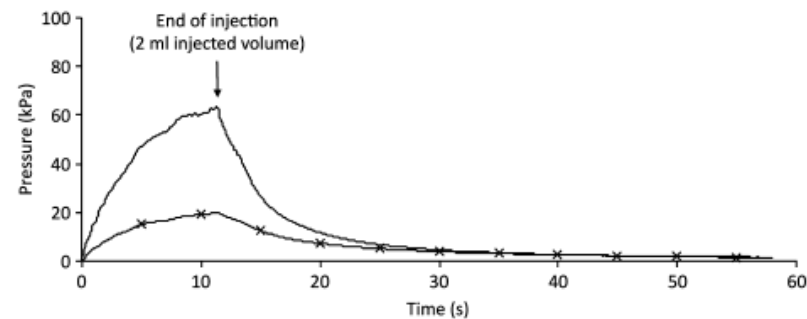
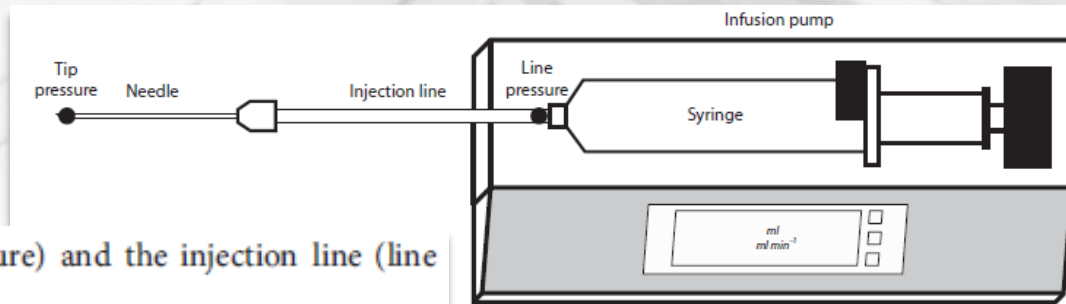
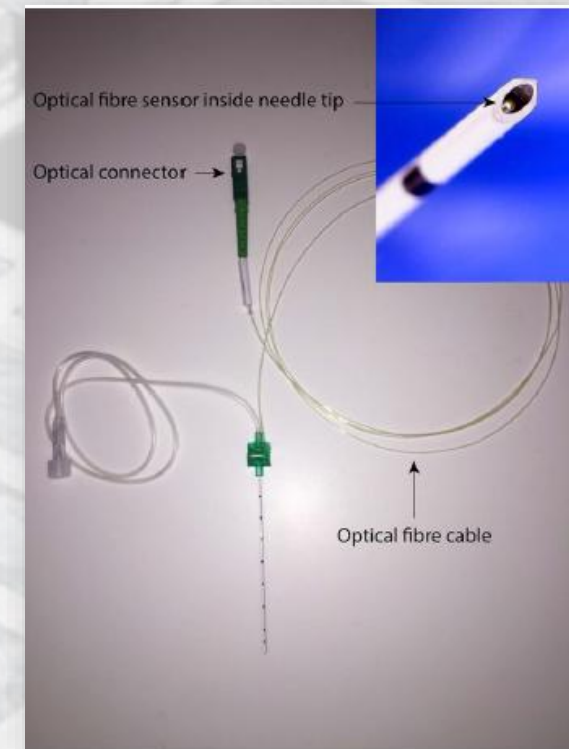


Figure 3 Sample of injection pressure profiles at the needle tip (—x— tip pressure) and in the injection line (— line pressure) for an extraneural needle tip placement with a 2-ml injection at a controlled infusion rate of $10 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ ($0.16 \text{ ml} \cdot \text{s}^{-1}$).

Table 1 Mean (SD) pressures (kPa) by injected volume at the needle tip (tip pressure) and the injection line (line pressure) and the difference in mean pressures, reported as mean (95%CI).

	Injected volume			
	0.5 ml	1.0 ml	1.5 ml	2.0 ml
Tip pressure	15.3 (6.6)	23.2 (10.3)	25.8 (11.2)	27.1 (11.7)
Line pressure	29.6 (4.4)	52.4 (8.2)	63.7 (10.3)	68.7 (11.6)
Pressure difference	14.3 (12.6–16.1)	29.3 (27.8–30.7)	37.9 (36.6–39.2)	41.6 (39.7–43.5)



Original Article

Real-time continuous monitoring of injection pressure at the needle tip for peripheral nerve blocks: description of a new method

C. Quadri,¹ A. Saporito² and X. Capdevila³

Journal of Clinical Anesthesia 74 (2021) 110420



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Clinical Anesthesia

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jclinane

Original Contribution

Combination of real-time needle-tip pressure sensing and minimal intensity stimulation limits unintentional intraneural injection during an ultrasound-guided peripheral nerve block procedure: A randomized, parallel group, controlled trial

Adrien Coudray, M.D.^a, Olivier Choquet, M.D.^a, Fabien Swisser, M.D.^a, Mark Hochman, D.D. S.^{a,d}, Sophie Bringuier, PharmD, Ph.D.^{a,b}, Xavier Capdevila, M.D., Ph.D.^{a,c,*}



Anaesth Crit Care Pain Med 39 (2020) 603–610



ELSEVIER



SFAR

Société Française d'Anesthésie et de Réanimation



Original Article

Injection pressure monitoring during peripheral nerve blocks: from bench to operating theatre

Mathieu Capdevila^a, Olivier Choquet^a, Andrea Saporito^b, Flora Djanikian^a, Fabien Swisser^a, Martin Marques^a, Sophie Bringuier^{a,c}, Xavier Capdevila^{a,d,*}



Injection pressure monitoring during peripheral nerve blocks: from bench to operating theatre

Mathieu Capdevila ^a, Olivier Choquet ^a, Andrea Saporito ^b, Flora Djanikian ^a, Fabien Swisser ^a, Martin Marques ^a, Sophie Bringuier ^{a,c}, Xavier Capdevila ^{a,d,*}

^a Department of Anaesthesiology and Critical Care Medicine, Lapeyronie University Hospital, 34295 Montpellier Cedex 5, France

^b Service of Anaesthesia, Bellinzona Regional Hospital, via Ospedale 1, 6500 Bellinzona, Switzerland

^c Department of Medical Statistics, Montpellier University Hospital, 34295 Montpellier Cedex 5, France

^d Inserm Unit 1051 Montpellier NeuroSciences Institute, Montpellier University, 34295 Montpellier Cedex 5, France

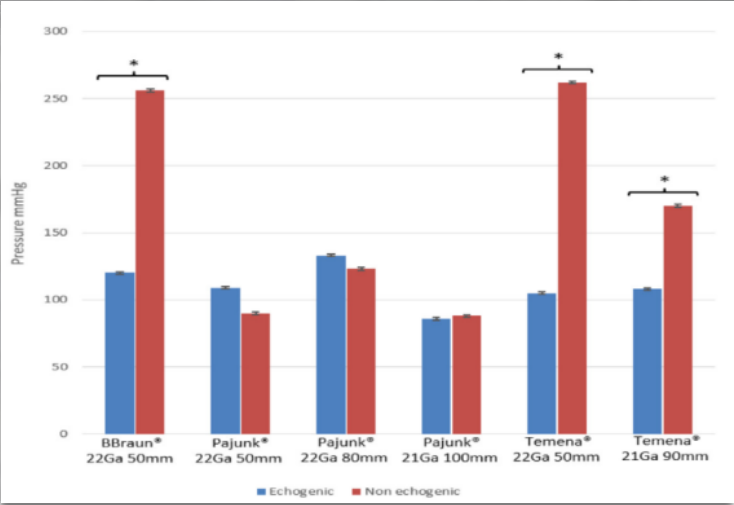


Table 1
Injection Pressure values in ambient air for a flow of normal saline delivered at a rate of 10 mL/min with a 20-mL syringe: 25 needles of different brands, diameter and gauge are reported.

Needle Brand and Type		Injection Pressure in Ambient Air (mmHg) mean [CI 95%]			
		Specific Echogenic Needle		Non-echogenic Needle	
Bbraun®	22 Ga 50 mm	Stimuplex Ultra 132,3 [131,1–133,6]	Ultraplex 108,9 [108,3–108,96]	Stimuplex A 255,7 [254,1–257,2]	
	22 Ga 80 mm	162,6 [160,9–164,4]	141,6 [141,1–142,1]		
	21 Ga 100 mm			209 [207,2–212,4]	
	20 Ga 100 mm	76,2 [75,2–77,1]			
Pajunk®	22 Ga 50 mm	Sonoplex 108,8 [108,1–109,7]	SonoTAP	Uniplex 90,9 [89,1–92,8]	
	22 Ga 80 mm	137,3 [136,8–137,8]	110 [107,8–112,2]	123,8 [121,8–125,9]	
	21 Ga 100 mm	85,8 [82,1–89,6]		87,6 [86,3–88,9]	
Vygon®		Visioplex		Echoplex 200,1 [198,7–201,4]	Silverstim Locoplex
	22 Ga 50 mm				
	22 Ga 85 mm	98,7 [98,2–99,3]			
	21 Ga 85 mm			132,4 [131,3–133,4]	
	21 Ga 100 mm 20 Ga 100 mm				352,4 [351,1–353,6]
Temena®		USB Evolution		UPB Hybrid needle 261,6 [261,2–262]	30,8 [30,3–31,3]
	22 Ga 50 mm	105,5 [104,7–106,2]			
	22 Ga 55 mm				271,7 [271,1–272,3]
	21 Ga 90 mm	107,7 [107,5–108]		170,3 [169,9–170,6]	
	21 Ga 95 mm				179,3 [178,8–179,7]

Table 2

Parameters that have an Impact on Injection Pressure Values and Measurements during the Three-Way Study.

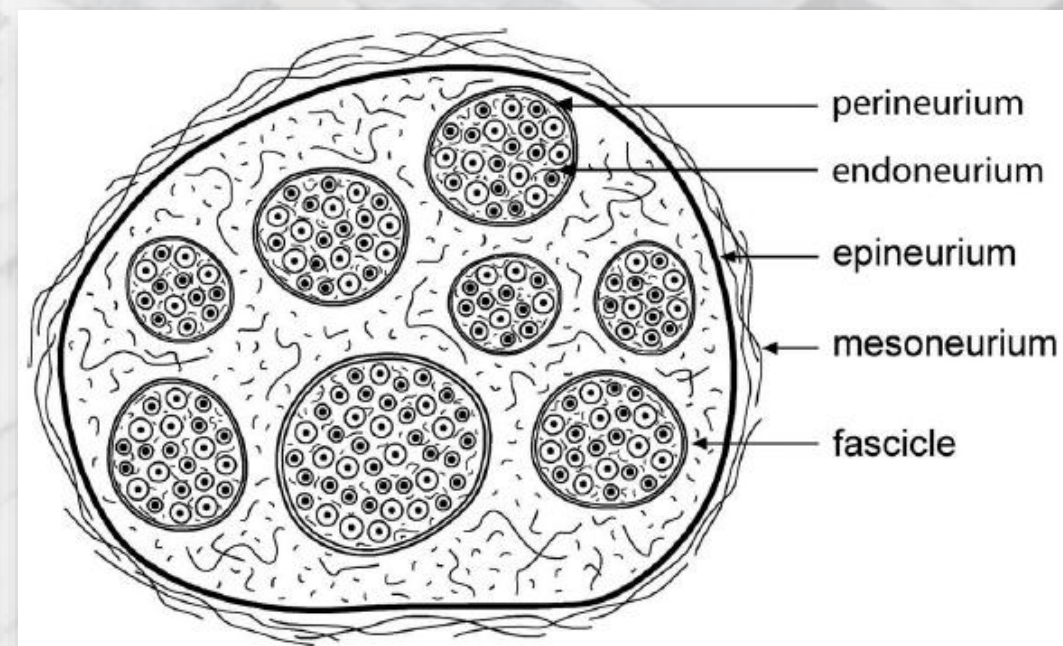
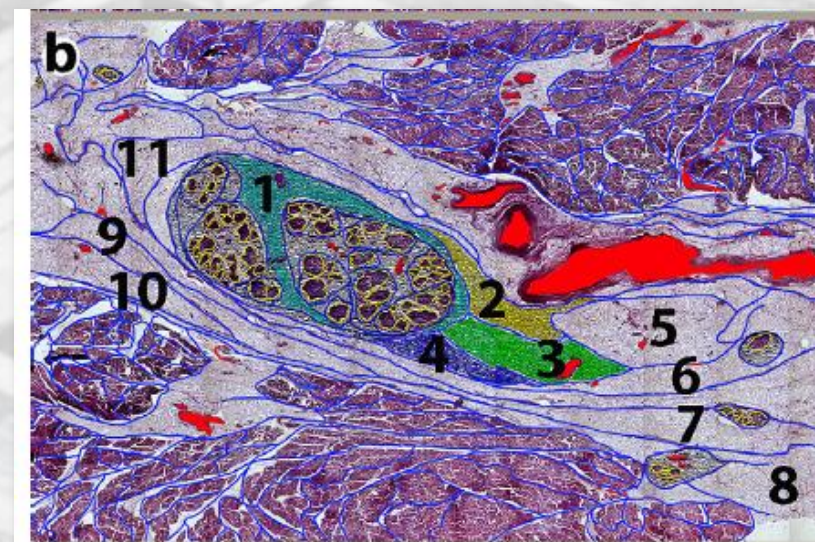
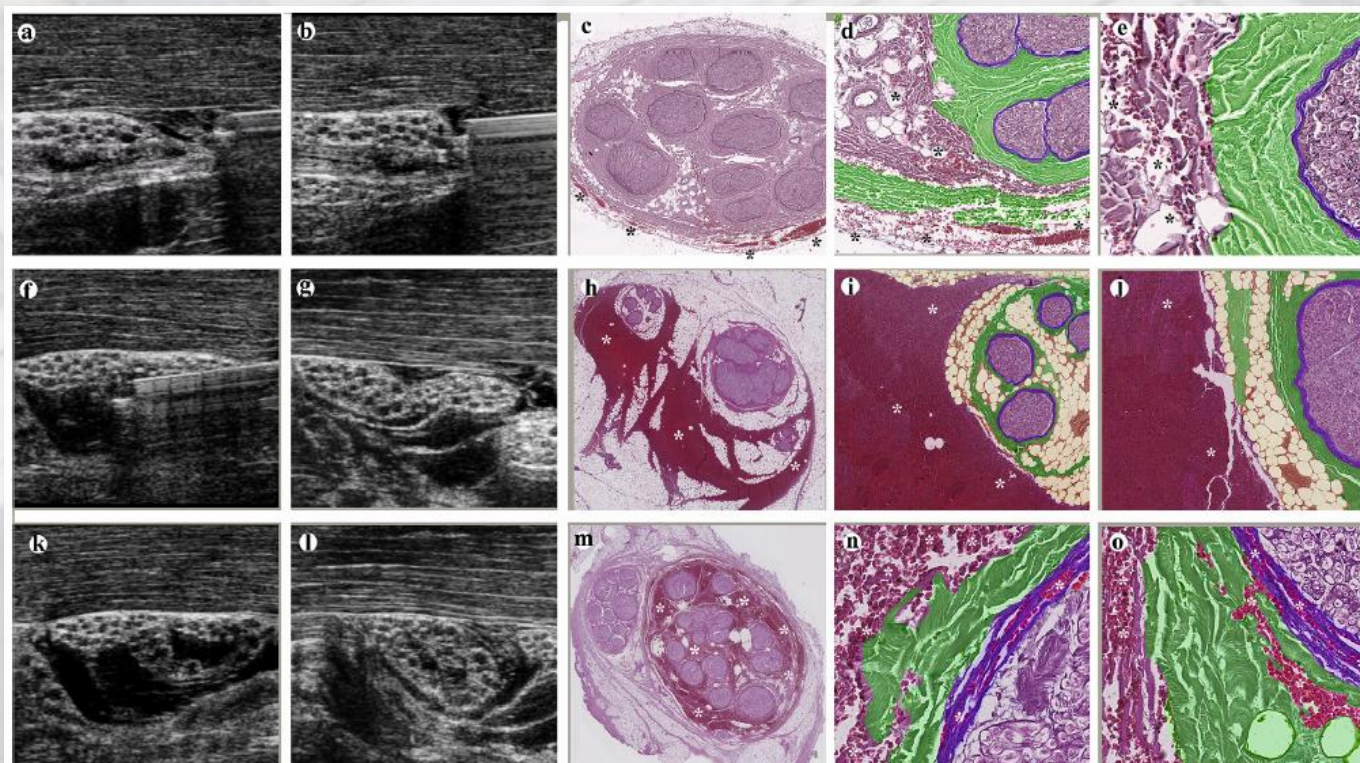
	Univariate Analysis			Multivariate Analysis		
	estimate	CI (95%)	P	estimate	CI (95%)	P
BENCH STUDY (N = 2183)						
Diameter	51.5	1.1	< 0.0001	66.79	13.26	< 0.0001
length (ref = length ≤ 50)						
[50–100]	–81	[–91; –71]	< 0.0001	10.5	[–48.5; 69.5]	0.7
≥ 100	–101.6	[–110.7; –92.6]	< 0.0001	56.6	[–12; 125.3]	0.1
Brand (reference = Vygon)						
Bbraun	52.9	[35.2; 70.5]	< 0.0001	–22.5	[–89.7; 44.6]	0.5
Pajunk	36.5	[19; 54.1]	< 0.0001	–127.1	[–195.4; –58.8]	< 0.001
Temera	76.9	[56.5; 97.4]	< 0.0001	–3.7	[–67; 59.6]	0.9
Echogenicity (in reference)						
Non-echogenic needle	89.6	[81.5; 97.7]	< 0.0001	71.5	[22.9; 120.1]	0.004
CADAVER STUDY (N = 353)						
Nerve (reference = femoral)						
Sciatic nerve	47	164.46	0.9	11.6	[–44.9; 68.5]	0.7
Tibial nerve	142.4	260.11	0.6	17.3	[–51; 86]	0.6
Common peroneal nerve	–64.9	[–174.9; 45]	0.2	–46.8	[–120; 26.8]	0.2
Ulnar nerve	–93.8	[–476.2; 288.6]	0.6	48	[–205.5; 308.5]	0.7
Median distal	14.5	[–86; 114.9]	0.8	56.2	[–10.2; 123.1]	0.09
Tibial nerve	268	[163.5; 372.5]	< 0.0001	252.7	[183.2; 321.7]	< .0001
C5	227.3	[122.9; 331.9]	< 0.0001	212.1	[142.6; 281.1]	< .0001
C6	300.8	[196.3; 405.3]	< 0.0001	285.5	[216.1; 354.5]	< .0001
C7	326.8	[222.3; 431.5]	< 0.0001	311.6	[242.1; 380.6]	< .0001
Interscalene block	101.1	[–3.4; 205.7]	0.06	85.8854	[16.4; 154.8]	0.01
Infradavicular block	68.3	[–36.3; 172.8]	0.2	53.01	[–16.5; 122]	0.1
Median nerve axillary app	3.3	[–105.2; 111.8]	0.9	8.5	[–63.7; 81]	0.8
Ulnar nerve axillary app	–6.1	[–110.6; 98.5]	0.9	10.75	[–58.9; 79.8]	0.8
Inj Flow (ref = 1.2 ml/min)						
4.8 ml/min	126.5	[73.8; 179.1]	< 0.0001	105.74	[47; 164.5]	< 0.001
9.6 ml/min	220.7	[167.7; 273.1]	< 0.0001	201.24	[142.4; 260.1]	< .0001
Tip location (reference Ext N)						
Int N	228.8	[269.6; 179.1]	< 0.0001	228.93	[180.3; 277.5]	< 0.0001
CLINICAL STUDY (N = 103)						
Physician grade (ref resident)						
Senior Physician	22.7	[–148; 193.5]	0.8			
Nerve (reference = femoral)						
Musculocutaneous nerve	–359.2	[–573.9; –144.5]	0.001	–354.9	[–558.3; –151.4]	< 0.001
Radial nerve axillary app	–26.2	[–229.4; 177]	0.8	–33	[–225.7; 159.5]	0.7
Ulnar nerve axillary app	–163.4	[–366.5; 39.9]	0.1	–170.3	[–362.9; 22.4]	0.08
Median nerve axillary app	54.2	[–197.2; 305.6]	0.7	98.7	[–140.9; 338.4]	0.4
Sciatic nerve	3.2	[–229.3; 235.8]	0.9	51.3	[–170.8; 273.4]	0.6
Obturator nerve	18.5	[–232.9; 269.9]	0.9	63	[–176.64; 302.4]	0.6
LFC nerve	373	[–34.4; 780.3]	0.07	433.6	[46; 821.2]	0.02
Interscalene block	89.3	[–162.1; 340.7]	0.5	37.4	[–202.8; 277.6]	0.7
Cervical plexus block	84.1	[–259.4; 427.6]	0.6	32.2	[–294.7; 359.1]	0.8
Supraclavicular block	5.5	[–276.8; 287.7]	0.9	–46.5	[–315.6; 222.6]	0.7
Infradavicular block	46.7	[–235.5; 328.9]	0.7	–5.3	[–274.4; 263.8]	0.9
Median nerve forearm	–323.5	[–730.9; 83.8]	0.1	–375.5	[–762.64; 11.7]	0.05
Posterior TAP block	155.5	[–401; 712]	0.6	103.5	[–424.7; 631.7]	0.7

N = Number of Injection Pressure evaluations; App: approach; Ref: reference; LFC: Lateral Femoral Cutaneous nerve of the thigh. The regression coefficients for modelling pressure measurements; significant associations between covariates and pressure value $P < 0.05$; positive estimates: increased value of pressure; negative estimates: decreased value of p.

EDITORIAL

Nerve block, nerve damage, and fluid injection pressure: overturning the myth

Graeme McLeod^{1,2,3,*} and Miguel A. Reina^{4,5,6}



Opening injection pressure monitoring using an in-line device does not prevent intraneural injection in an isolated nerve model

Jorge Mejia ¹, Victor Varela,² Javier Domenech,¹ Pierre Goffin ^{3,4}, Alberto Prats-Galino,^{5,6} Xavier Sala-Blanch^{1,7}

Table 1 Study data of tibial nerve

	Opening injection pressure (PSI)	Peak PSI	Volume at 15 PSI (mL)	Volume at 20 PSI (mL)	Volume at epineurial leaking (mL)
1.	<15	>20	2.3	2.7	1.4
2.	<15	15–20	0.9		0.9
3.	<15	15–20	0.5		1.3
4.	<15	<15			0.1
5.	<15	<15			0.2
6.	<15	15–20	1.1		0.9

Table 2 Study data of common peroneal nerve

	Opening injection pressure (PSI)	Peak PSI	Volume at 15 PSI (mL)	Volume at 20 PSI (mL)	Volume at epineurial leaking (mL)
1.	<15	<15			0.6
2.	<15	<15			0.6
3.	<15	>20	0.4	0.6	
4.	<15	<15			0.1
5.	<15	<15			0.1
6.	<15	<15			0.2

PSI, pound per square inch.



Figure 1 Experimental model set-up. A 20 mL syringe connected to an in-line pressure monitor. An 80 mm insulated needle is inserted inside a tibial nerve. The piston indicates <15 PSI as evident intraneural contrast is seen following injection of 0.5 mL.

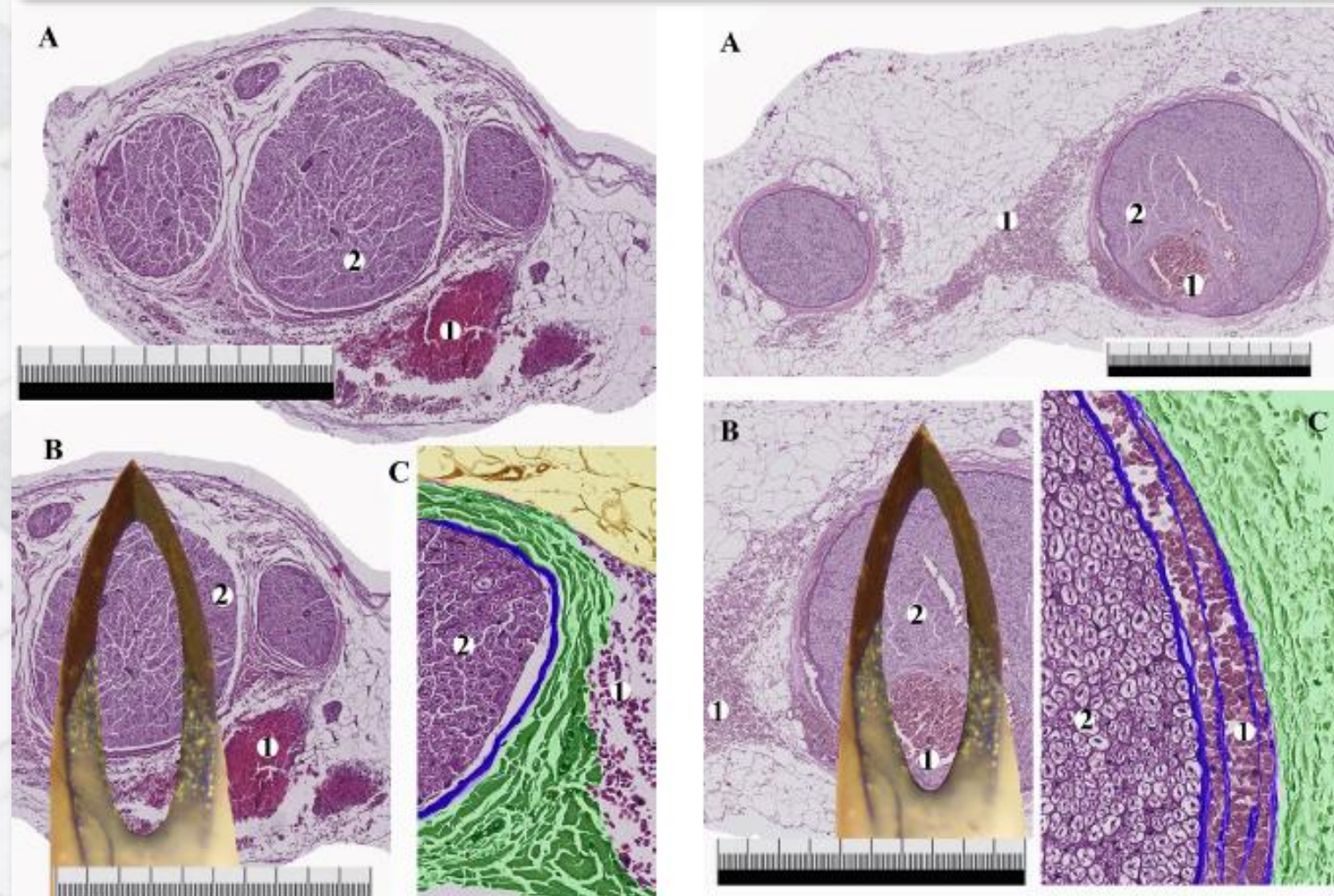
Combination of Intraneural Injection and High Injection Pressure Leads to Fascicular Injury and Neurologic Deficits in Dogs

Admir Hadzic, M.D., J. D., Faruk Dilberovic, M.D., M.D., Shruti Shah, M.D., Amela Kulenovic, M.D., Eldan Kapur, M.D., Asija Raciragic, M.D., Esad Cosovic, M.D., Ilva Vuckovic, M.D., Alija Divanovic, M.D., Zakira Mornjakovic, M.D., Daniel M. Thys, M.D., and Alan C. Santos, M.D., M.P.H.

Identification of spread after deliberate intraneural injection in five mammalian species

Anna Server,¹ Andre P Boezaart ,^{2,3} Marcos Perez-Carrasco,⁴
Marielle Esteves-Coelho,⁵ Franciso Laredo,⁶ Miguel A Reina ,^{2,7}

Server A, et al. *Reg Anesth Pain Med* 2024;**49**:677–687. doi:10.1136/rapm-2023-104820



Accuracy of injection pressure measurement at peripheral nerves using high-resolution 40 MHz ultrasound in an anesthetized porcine model

Graeme A McLeod ^{1,2}, Alistair Cowie,³ Amy Sadler,⁴ Fiona Watson ⁴, Paul Wasik,⁴ Miguel Angel Reina ⁵

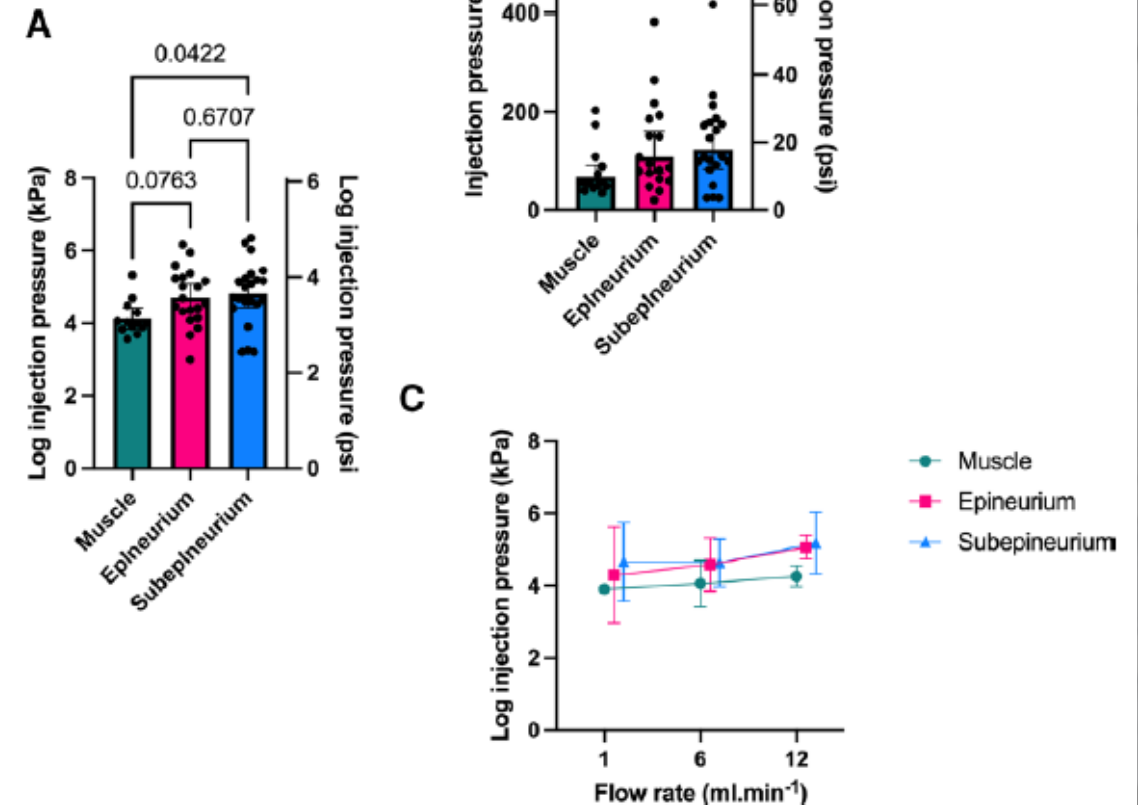
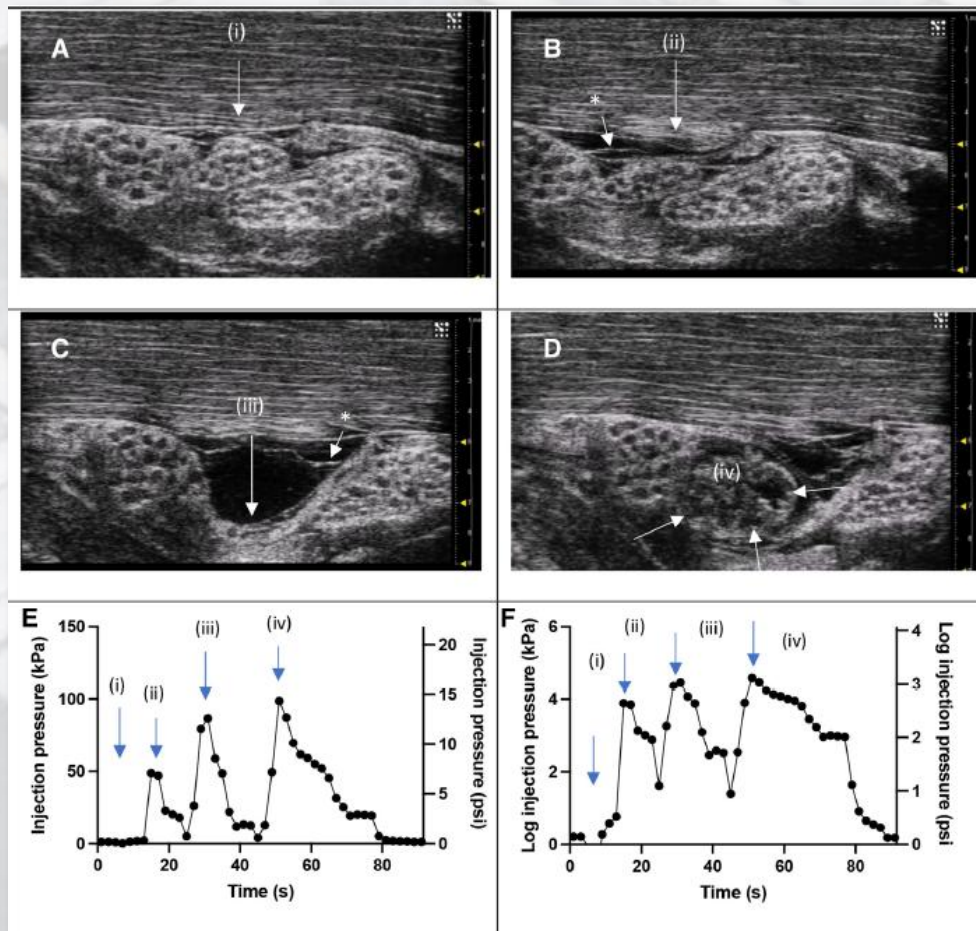


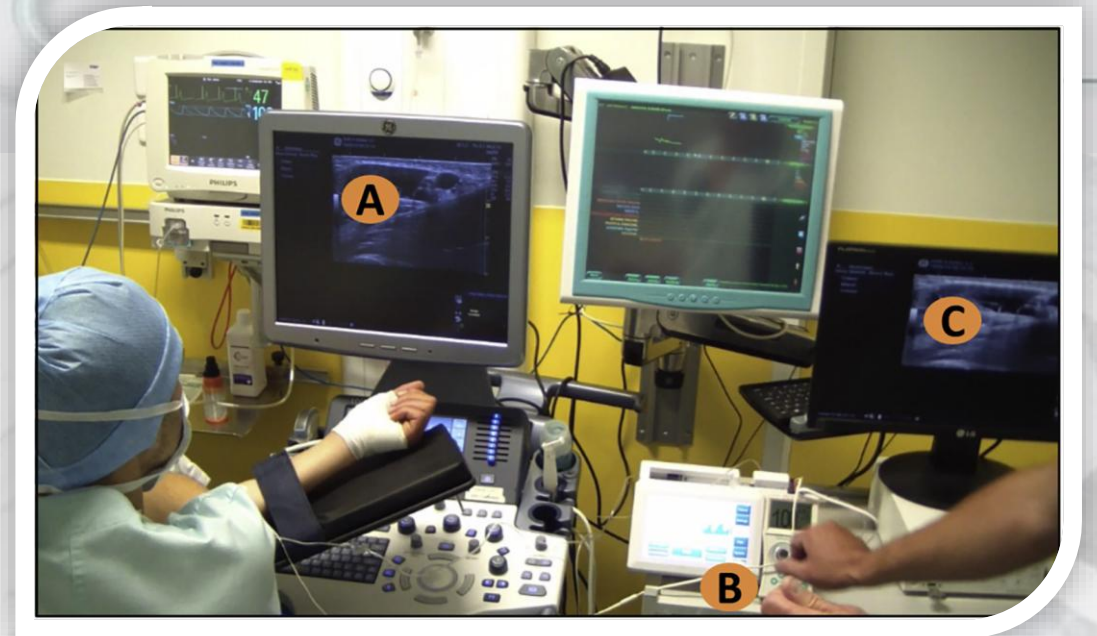
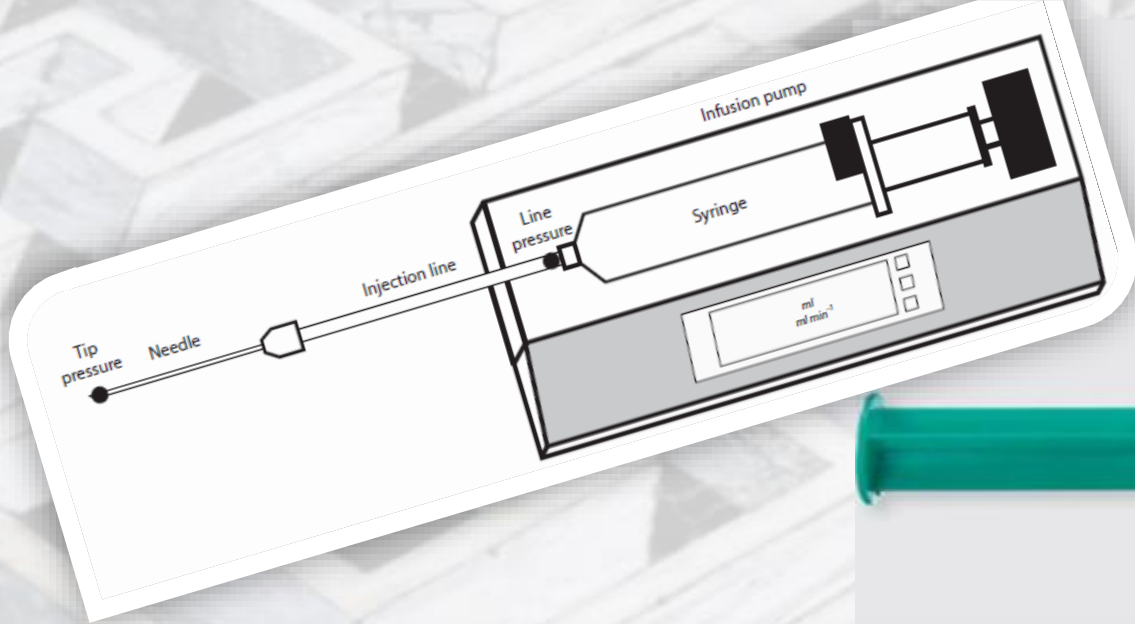
Figure 2 Muscle, epineural and subepineural fluid injection pressures. Difference in log injection pressure (image A) between muscle and subepineural injection pressures ($p=0.042$). Image (B) shows log-normal distribution of data at all interfaces. Image (C) shows injection pressures at each interface categorized according to flow (1, 6 and 12 mL/min). No difference in pressure according to flow rate.



Table 1 Nerve and fascicle characteristics

	Axillary nerve	Median nerve	Radial nerve	Comparison	Geometric mean (95% CI) difference	P value
Nerves (n)	8	8	7			
Nerve area (mm ²)	3.83 (0.42)	7.23 (2.31)	7.62 (1.56)	<i>A vs M</i>	3.41 (1.78 to 3.04)	0.469
				<i>A vs R</i>	3.79 (2.10 to 5.48)	0.199
				<i>M vs R</i>	0.38 (−1.30 to 2.07)	0.639
Nerve diameter (mm)	3.43 (0.48)	5.04 (1.00)	5.02 (0.64)	<i>A vs M</i>	1.61 (0.87 to 2.36)	<0.001
				<i>A vs R</i>	1.59 (0.82 to 2.36)	0.001
				<i>M vs R</i>	0.02 (−0.08 to 0.08)	0.951
Nerve circularity	0.67 (0.08)	0.61 (0.14)	0.63 (0.09)	<i>A vs M</i>	0.07 (−0.04 to 0.18)	0.537
				<i>A vs R</i>	0.04 (−0.07 to 0.16)	0.728
				<i>M vs R</i>	0.03 (−0.09 to 0.14)	0.728
Fascicle count (n)	145	206	190			
Fascicles per nerve (n)	18.1 (3.6)	25.8 (5.7)	27.1 (6.0)	<i>A vs M</i>	7.63 (2.43 to 12.83)	0.016
				<i>A vs R</i>	9.02 (3.64 to 14.40)	0.009
				<i>M vs R</i>	1.39 (−3.99 to 6.77)	0.609
Fascicle area (mm ²)	0.06 (0.03)	0.08 (0.04)	0.083 (0.05)	<i>A vs M</i>	0.02 (0.01 to 0.03)	0.001
				<i>A vs R</i>	0.02 (0.01 to 0.03)	0.001
				<i>M vs R</i>	0.00 (−0.01 to 0.01)	0.643
Fascicle diameter (mm)	0.36 (0.10)	0.41 (0.18)	0.411 (0.14)	<i>A vs M</i>	0.05 (0.03 to 0.08)	0.001
				<i>A vs R</i>	0.05 (0.03 to 0.08)	0.001
				<i>M vs R</i>	0.00 (−0.02 to 0.03)	0.851
Fascicle circularity	0.829 (0.07)	0.805 (0.08)	0.800 (0.08)	<i>A vs M</i>	0.02 (0.01 to 0.04)	0.014
				<i>A vs R</i>	0.03 (0.01 to 0.05)	0.004
				<i>M vs R</i>	0.01 (−0.01 to 0.02)	0.540
Fascicle total area (mm ²)	1.18 (0.15)	2.09 (0.48)	2.25 (0.42)	<i>A vs M</i>	0.90 (0.53 to 1.28)	<0.001
				<i>A vs R</i>	1.07 (0.68 to 1.46)	<0.001
				<i>M vs R</i>	0.17 (−0.22 to 0.56)	0.396
Fascicle to nerve ratio	0.31 (0.02)	0.30 (0.03)	0.30 (±0.04)	<i>A vs M</i>	0.01 (−0.02 to 0.04)	0.800
				<i>A vs R</i>	0.01 (−0.02 to 0.04)	0.800
				<i>M vs R</i>	0.00 (−0.03 to 0.04)	0.851

Median and radial nerves had a greater diameter than axillary nerves. Radial nerves had more fascicles than axillary nerves. Fascicles within median and radial nerves were larger than fascicles within axillary nerves. The ratio of total fascicle area to nerve area was ~0.30 for all nerves. Results presented as mean (SD) and difference between means (95% CI).





GRAZIE