



Альбокрінов А. А.<sup>1</sup>, Фесенко У. А.<sup>2</sup>,  
Перова-Шаронова В. М.<sup>1</sup>, Волощук Р. Р.<sup>3</sup>,  
Куриляк Д. Б.<sup>4</sup>

## ПРОФІЛАКТИКА ІНТРАНЕВРАЛЬНОГО ВВЕДЕННЯ АНЕСТЕТИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ШПРИЦА ВЕЛИКОГО ОБ'ЄМУ

<sup>1</sup>Львівська обласна дитяча клінічна лікарня «ОХМАТДИТ», Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Львів, Україна

<sup>3</sup>Західноукраїнський спеціалізований дитячий медичний центр, Львів, Україна

<sup>4</sup>Фізико-механічний інститут імені Г.В.Карпенка, Львів, Україна

**Вступ.** Периферичні блокади мають кращий профіль безпеки в порівнянні з нейроаксіальними, проте вони теж можуть викликати ускладнення, зокрема нейропатії. До методів профілактики розвитку нейропатії відносяться ультразвуковий контроль, зниження сили струму перед введенням місцевого анестетика та контроль початкового тиску введення місцевого анестетика. Моніторинг тиску введення місцевого анестетика в Україні не зареєстровано. Згідно закону Паскаля тиск у шприці прямо пропорційний до прикладеної до поршня сили і обернено пропорційний до площі перерізу шприця. Таким чином використання шприців великого об'єму при проведенні регіонарної анестезії дозволить обмежити тиск введення до певної величини.

**Мета.** Визначити об'єм шприця, використовуючи який неможливо створити небезпечний тиск при введенні місцевого анестетика.

**Матеріали та методи.** В дослідженні прийняли участь 32 анестезіолога та 16 сестер-анестезистів. Досліджували максимальний тиск в шприцах різного об'єму, який могли створити анестезіологи різної статі та сестри-анестезисти домінують та не домінують руками.

**Результати та обговорення.** Тиск створений всіма учасниками дослідження домінують та не домінують руками в шприцах об'ємом 10 та 20 мл складав  $30.71 \pm 2.41 - 67.6 \pm 2.8$  psi що значно перевищує безпечний тиск (15 psi). Тиск створений в шприці об'ємом 50 мл анестезіологами чоловічої статі обома руками складав  $22.3 \pm 1.48$  та  $26.03 \pm 1.32$  psi відповідно, а анестезіологами жіночої статі та сестрами-анестезистами домінують рукою –  $19.0 \pm 1.11$  та  $19.1 \pm 0.69$  psi відповідно, що також перевищує максимально допустимий. Тиск створений в шприці об'ємом 50 мл анестезіологами жінками та сестрами-анестезистами не домінують рукою складав  $16.1 \pm 1.08$  та  $15.36 \pm 1.08$  psi відповідно. Ці показники тиску є близькими до рекомендованого обмеження 15 psi при введенні місцевого анестетика. Тиск в шприцах різного об'єму створений учасниками дослідження не корелював з їх віком та антропометричними даними.

**Висновок.** Використання шприця об'ємом 50 мл та введення місцевого анестетика анестезіологом жіночої статі або сестрою-анестезистом не домінують рукою може бути способом обмеження тиску введення місцевого анестетика та профілактики розвитку нейропатії при виконанні периферичних регіонарних блокад.

**Ключові слова:** регіонарна анестезія, нейропатія, тиск введення.

### ВСТУП

Регіонарна анестезія дозволяє знизити потребу в опіоїдних анальгетиках в інтра- та після-операційному періоді, забезпечити знеболення та комфортний перебіг після-операційного періоду, а також знизити частоту небажаних ефектів, пов'язаних із використанням опіоїдних анальгетиків [9, 11]. Периферичні регіонарні блокади забезпечують вищий рівень безпеки порівняно з центральними [4, 17], проте вони також можуть бути пов'язані з ризиком виникнення ускладнень та небажаних явищ, таких як системна токсичність місцевих

анестетиків, кровотеча, інфекція в місці встановлення катетера, а також виникнення нейропатії внаслідок пошкодження сплетень та нервів [10, 16].

Патогенез розвитку нейропатії при проведенні периферичних регіонарних блоків включає компресію та розтягнення нервових структур, їх травму голками та катетерами, ішемію та локальну токсичність місцевих анестетиків [15]. Основним механізмом пошкодження периферичного нерва або сплетення є інтра-фасцикулярне введення місцевого анестетика, що призводить до механічного руйнування

аксонів, їх контакту з потенційно нейротоксичним місцевим анестетиком та обмеження кровопостачання внаслідок підвищення інтрафасцикулярного тиску та можливої присутності вазоконстриктора [15]. Неврологічні ускладнення при проведенні периферичних регіонарних блоків зустрічаються рідко та, на відміну від неврологічних ускладнень після нейроаксіальних блокувань, більшість з них є зворотніми (99% проходять самостійно протягом 1 року) [10, 15, 16]. Проте описані випадки довготривалого неврологічного дефіциту після периферичної регіонарної анестезії, частота яких складала 2.4 на 10000 периферичних блоків [1, 15]. Пацієнти з існуючими захворюваннями периферичної нервової системи мають вищий ризик виникнення неврологічних ускладнень в порівнянні із здоровими індивідами (double crush theory, теорія подвійного ураження) [8, 15, 21].

Описаними методами запобігання розвитку нейропатій при проведенні периферичних регіонарних блокувань є проведення їх під контролем ультразвукового сканування [15], зменшення сили струму до 0.2 mA перед введенням місцевого анестетика при використанні нейро-стимулятора [2], а також обмеження тиску при введенні місцевого анестетика [15].

Ультразвуковий контроль при проведенні регіонарних блокувань закликає забезпечити візуалізацію голки, нервових структур та процесу розповсюдження місцевого анестетика в режимі реального часу, що дозволяє запобігти контакту голки з нервом та інтраневральному введенню місцевого анестетика. Проте дані про здатність ультразвукового супроводу регіонарних блокувань зменшити частоту виникнення нейропатій суперечливі [16].

Профілактика інтраневрального введення місцевого анестетика шляхом зниження сили струму до 0.2 mA перед введенням базується на тому, що при відсутності моторної відповіді при силі струму 0.2 mA вважається, що кінець голки знаходиться екстраневрально. В такому випадку при наявності моторної відповіді при силі струму 0.4 mA та її відсутності при силі струму 0.2 mA можна припустити, що кінець голки знаходиться на відстані приблизно 1 мм від нерва або сплетення і це дозволяє безпечно ввести місцевий анестетик навколо нервової структури [2]. В клінічній практиці показано, що відсутність моторної відповіді на стимуляцію з силою струму 0.2 mA у 100% пацієнтів свідчило про екстраневральне положення кінця голки [3], проте ефективність даного методу щодо запобігання розвитку нейропатій невідома.

Обмеження тиску при введенні місцевого анестетика дозволяє запобігти інтрафасцикулярному введенню місцевого анестетика. Даний метод профілактики пошкоджень нервових структур ґрунтується на факті, що

мінімальний тиск, який необхідно створити у шприці, щоб розчин почав надходити у тканини (opening injection pressure, так званий «тиск відкриття»), залежить від того, в якій тканині розташований зріз голки. У випадку екстраневрального розташування зрізу голки ін'єкція починається після досягнення нижчого тиску, ніж у разі інтрафасцикулярного його розташування. Це було показано в експериментах [6], на трупах [14] та в клініці [5]. Літературні дані свідчать про те, що інтраневральні ін'єкції місцевого анестетика вимагали початкового тиску 25-45 psi (pounds per square inch, фунтів на квадратній дюйм) [6] або 17.9-29.4 psi [14]. Також було показано, що у тварин, в яких розвинувся довготривалий неврологічний дефіцит, початковий тиск при введенні місцевого анестетика перевищував 25 psi [6]. Крім цього результати досліджень свідчили про те, що всі екстраневральні ін'єкції були проведені з початковим тиском, який не перевищував 15 psi [5], 5 psi [12], 4 psi [6], або складав 6.7-8.2 psi [14]. Результати однієї з робіт свідчать, що після введення місцевого анестетика з тиском < 11 psi у всіх тварин відбувалось повне відновлення функції сідничного нерва [6]. Також було показано, що перевищення тиску 15 psi при введенні місцевого анестетика свідчить про контакт кінця голки з нервовою структурою і веде до інтраневральних запальних змін [5, 19]. Клінічна ефективність використання монітору тиску для попередження виникнення нейропатій невідома.

На сьогоднішній день єдиним в світі зареєстрованим монітором тиску є B-Smart Injection Pressure Monitor (B.Braun, Germany). Вартість одного монітору тиску B-Smart одноразового використання складає приблизно 5 євро, що значно підвищує вартість периферичної регіонарної анестезії. Крім цього даний виріб в Україні не зареєстрований. Відсутність реєстрації в Україні, дорожня монітору тиску, а також неможливість оцінити тиск в шприці «за відчуттями» [20] диктує необхідність пошуку інших шляхів контролю тиску при введенні місцевого анестетика при виконанні периферичних регіонарних блокувань.

В якості альтернативи до методу вимірювання початкового тиску ін'єкції ми вивчили можливість фізичного обмеження тиску ін'єкції. Відповідно до закону Паскаля [18],

$$P = \frac{F}{S}$$

де P – тиск, F – сила та S – площа, до якої прикладається сила. Тиск у шприці прямо пропорційний до прикладеної до поршня сили (м'язового зусилля) і обернено пропорційний до площі перерізу шприца. Тому використання шприца достатньо великої площі перерізу

дозволить унеможливити введення розчину під тиском, вищим за певне порогове значення.

### МЕТА РОБОТИ

Дослідити максимальний тиск, створений в шприцах різного об'єму анестезіологами жіночої статі, анестезіологами чоловічої статі та сестрами-анестезистами домінантною та недомінантною руками. Визначити об'єм шприца, при застосуванні якого неможливо створити небезпечний тиск при проведенні периферичної регіонарної анестезії.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження було проведено у Львівській обласній дитячій клінічній лікарні «ОХМАТДИТ». В дослідженні прийняли участь всі анестезіологи та сестри-анестезисти, а також співробітники кафедри анестезіології та інтенсивної терапії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького. Вік та антропометричні дані учасників дослідження наведені у Таблиці 1.

Таблиця 1. Вік та антропометричні характеристики учасників дослідження

	n	Вік (років)	Вага (кг)	Зріст (см)
Анестезіологи жінки	15	31.7±2.16	58.2±1.74	165.5±1.58
Анестезіологи чоловіки	17	34.6±3.39	79.7±2.44	178.2±2.55
Сестри-анестезисти (жінки)	16	36.57±2.57	62.93±2.85	165.07±1.01

Для вимірювання максимального тиску в шприцах використовувався шприц з манометром для роздування балонів при проведенні балонної ангіопластики (Olympus, USA). Шкала тиску на манометрі складала 0-200 psi. Шприц з манометром, лінія подовження, 3-ходовий краник (B.Braun, Germany) заповнювались фізіологічним розчином. Досліджувані шприци (B.Braun, Germany) об'ємом 10, 20 та 50 мл

Таблиця 2. Результати вимірювання тиску в шприцах, створеного анестезіологами жінками, psi, (M±m)

	Шприц 10 мл	Шприц 20 мл	Шприц 50 мл	P
Домінантна рука	52.9±3.45	38.5±2.74	19.1±0.69	10 vs 20 0.0015
				10 vs 50 0.0000001
				20 vs 50 0.000025
Недомінантна рука	50.7±3.43	35.5±2.23	16.1±1.08	10 vs 20 0.0072
				10 vs 50 0.0000001
				20 vs 50 0.000005
P	Д vs Н 0.71	Д vs Н 0.496	Д vs Н 0.073	

Д - домінантна рука; Н - недомінантна рука

також заповнювались фізіологічним розчином в об'ємі 10 мл. Ми не досліджували шприци меншого об'єму, враховуючи те, що вони використовуються для регіонарної анестезії вкрай рідко. До шприца з манометром через лінію подовження та 3-ходовий краник приєднувався шприц, що досліджувався. Краник встановлювався в таке положення, щоб система була закритою. Вимірювання тиску проводилось в закритій (оклюзованій) системі. Всі учасники дослідження створювали тиск в шприцах об'ємом 10, 20 та 50 мл за допомогою 3 пальців (вказівний та середній пальці були розташовані на корпусі шприца, великий палець – на поршні). Учасники дослідження з максимальною силою натискали на поршень шприців різного об'єму домінантною та недомінантною руками. В цей момент дослідник реєстрував тиск на манометрі. Учасники дослідження не бачили показників манометра.

Отримані дані вносились в таблицю Microsoft Excel 2013 (Microsoft Corporation, USA). Статистичний аналіз проведений програмою STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc., USA). Значущість різниць між групами визначалась за допомогою критерія Mann-Whitney та виражалась у вигляді величини P. Кореляція між антропометричними показниками учасників дослідження та величиною створеного в шприцах тиску визначалась за допомогою коефіцієнта кореляції Spearman. Різницю та кореляцію вважали значущою при значенні P < 0.05.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати вимірювання тиску в шприцах різного об'єму, створеного анестезіологами (жінками та чоловіками) та сестрами-анестезистами, наведені в таблицях 2, 3 та 4.

Тиск, створений за допомогою шприців меншого об'єму у всіх випадках був статистично значуще вищим в порівнянні з тиском, створеним за допомогою шприців більшого об'єму (P = 0.0037 – 0.0000001).

Статистично значуща різниця між тиском, створеним домінантною та недомінантною

Таблиця 3. Результати вимірювання тиску в шприцах, створеного анестезіологами чоловіками, *psi*, ( $M \pm m$ )

	Шприц 10 мл	Шприц 20 мл	Шприц 50 мл	P
Домінантна рука	67.6±2.8	51.4±3.7	26.03±1.32	10 vs 20 0.0037 10 vs 50 0.0000001 20 vs 50 0.000008
Недомінантна рука	63.1±3.64	45.3±3.26	22.3±1.48	10 vs 20 0.0027 10 vs 50 0.0000001 20 vs 50 0.000008
P	Д vs Н 0.362	Д vs Н 0.253	Д vs Н 0.0837	

Д - доміантна рука; Н - недоміантна рука

Таблиця 4. Результати вимірювання тиску в шприцах, створеного сестрами-анестезистами, *psi*, ( $M \pm m$ )

	Шприц 10 мл	Шприц 20 мл	Шприц 50 мл	P
Домінантна рука	46.93±2.98	36.07±2.3	19.0±1.11	10 vs 20 0.000035 10 vs 50 0.0000001 20 vs 50 0.0000001
Недомінантна рука	40.79±3.08	30.71±2.41	15.36±1.08	10 vs 20 0.000037 10 vs 50 0.0000001 20 vs 50 0.000002
P	Д vs Н 0.021	Д vs Н 0.0034	Д vs Н 0.00017	

Д - доміантна рука; Н - недоміантна рука

руками спостерігалась тільки серед сестер-анестезистів ( $P = 0.021$ ,  $0.0034$  та  $0.00017$  для шприців об'ємом 10, 20 та 50 мл відповідно).

Тиск, створений у шприцах об'ємом 10 мл і 20 мл у всіх групах значно перевищував 15 *psi*. Необхідність створити такий тиск при введенні місцевого анестетика в клінічній ситуації є ознакою контакту голки з нервом [5, 19]. Враховуючи рекомендацію уникати такого тиску введення, ми не розглядали результати, отримані за допомогою шприців об'ємом 10 та 20 мл.

Показники тиску, створеного анестезіологами чоловіками доміантною рукою за допомогою шприца об'ємом 50 мл ( $26.03 \pm 1.32$  *psi*), статистично значуще відрізнялись від таких показників у анестезіологів жінок ( $19.1 \pm 0.69$  *psi*) та сестер-анестезистів ( $19.0 \pm 1.11$  *psi*) ( $P = 0.00047$  та  $0.00077$  відповідно). Відповідні показники тиску серед анестезіологів жінок та сестер-анестезистів не відрізнялись ( $P = 0.949$ ).

Показники тиску, створеного анестезіологами чоловіками недоміантною рукою за допомогою шприца об'ємом 50 мл ( $22.3 \pm 1.48$  *psi*), також статистично значуще відрізнялись від таких показників у анестезіологів жінок ( $16.1 \pm 1.08$  *psi*) та сестер-анестезистів ( $15.36 \pm 1.08$  *psi*) ( $P = 0.0078$  та  $0.0013$  відповідно). Відповідні показники тиску серед анестезіологів жінок та сестер-анестезистів не відрізнялись ( $P = 0.673$ ).

Статистично значущої кореляції між віком і зростом та величиною створеного тиску в шприцах знайдено не було ( $r_s = -0.44 - 0.08$ ,  $P > 0.05$ ;  $r_s = 0.1 - 0.46$ ,  $P > 0.05$  відповідно). Вага тіла негативно корелювала з величиною створеного тиску тільки у випадку з шприцами об'ємом 10 мл доміантною рукою ( $r_s = -0.64$ ,  $P < 0.05$ ). В решті випадках кореляція була статистично незначущою ( $r_s = -0.37 - 0.02$ ,  $P > 0.05$ ).

Результати дослідження свідчать про те, що показники створеного в шприці максимального тиску, близькі до рекомендованого обмеження в 15 *psi* спостерігались в випадках, коли анестезіологи жінки або сестри-анестезисти намагались вводити фізіологічний розчин за допомогою шприца об'ємом 50 мл недоміантною рукою ( $16.1 \pm 1.08$  та  $15.36 \pm 1.08$  *psi* відповідно). Це дозволяє припустити, що нездатність анестезіолога-жінки або медичної сестри-анестезиста розпочати введення місцевого анестетика недоміантною рукою за допомогою шприца об'ємом 50 мл свідчить про можливість інтраневрального розташування кінця голки та вимагає корекції її положення. Таким чином виконання ін'єкції анестезіологами жіночої статі або сестрами-анестезистами недоміантною рукою за допомогою шприца об'ємом 50 мл може бути ефективним способом запобігання високого тиску при

введенні, а отже профілактики розвитку нейропатії.

Монітор тиску введення місцевого анестетика B-Smart Injection Pressure Monitor в Україні не зареєстрований. Також анестезіолог не може визначити тиск в шприці «за відчуттями». Отже анестезіолог в Україні на даний час не має жодного способу контролю тиску при виконанні периферичних регіонарних блоків. Крім цього, використання вищеописаного способу запобігання високого тиску при введенні місцевого анестетика є приблизно в 5 разів дешевшим ніж використання B-Smart Injection Pressure Monitor.

Перед тим як відбувається введення місцевого анестетика, необхідно прикласти певний тиск для того щоб подолати опір тканин на кінці голки. Цей тиск називають «тиском відкриття» (opening injection pressure) [5]. Закон Паскаля [18], та літературні дані [5] свідчать про те, що цей тиск є однаковим в цілій системі (в шприці, моніторі тиску, лінії подовження, голці та в тканинах) поки не почався потік рідини (місцевого анестетика). Проте, після початку введення місцевого анестетика (при наявності потоку рідини), тиск та швидкість потоку в різних відділах системи будуть підпорядковуватись таким законам, як закон неперервності потоку та закон Бернуллі [18], та залежати від тиску в тканинах, створеного об'ємом місцевого анестетика, тому тиск в різних відділах системи може відрізнятись. Таким чином показники тиску, отримані за допомогою монітору тиску B-Smart Injection Pressure Monitor будуть залежати від швидкості введення розчину (прикладеного зусилля), калібру голки, тиску в тканинах після введення місцевого анестетика та швидкості розсмоктування розчину місцевого анестетика. Отже після початку введення місцевого анестетика при високій швидкості введення та малому калібрі голки на моніторі тиску можуть виникати хибно позитивні показники високого тиску введення, які не будуть відповідати тиску в тканинах, що може спонукати анестезіолога припинити введення. Спосіб описаний нами позбавлений такого недоліку, оскільки анестезіолог жінка або сестра-анестезист, використовуючи шприц об'ємом 50 мл недомінантною рукою, фізично не зможе створити тиск більше  $16.1 \pm 1.08$  та  $15.36 \pm 1.08$  рсі відповідно.

Тиск створений анестезіологами та сестрами-анестезистами не залежав від їхнього віку та антропометричних даних. Це свідчить про те, що описаний нами спосіб позбавлений «людського фактору» та може бути використаний за допомогою будь якого анестезіолога або сестри-анестезиста жіночої статі.

Результати нашого дослідження підтверджуються результатами роботи Hayward et al., в якій досліджували можливість проведення гідродисекції щільної сполучної тканини за допомогою шприців різного об'єму. Автори показали, що за допомогою шприців меншого об'єму можна створити більший тиск і в більшій кількості випадків провести якісну гідродисекцію щільної сполучної тканини [7].

## ВИСНОВОК

Використання шприца об'ємом 50 мл та введення місцевого анестетика анестезіологом жіночої статі або сестрою-анестезистом недомінантною рукою може бути одним із способів обмеження тиску введення місцевого анестетика та профілактики розвитку нейропатії при виконанні периферичних регіонарних блоkad.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Auroy Y, Benhamou D, Bargues L, Ecoffey C, Falissard B, Mercier FJ, Bouaziz H, Samii K. Major complications of regional anesthesia in France: The SOS Regional Anesthesia Hotline Service. *Anesthesiology*. 2002; 97(5):1274-80.
2. Tsui BCH. *Atlas of Ultrasound and Nerve Stimulation-Guided Regional Anesthesia*. NY: Springer; 2007. 302 p.
3. Bigeleisen PE, Moayeri N, Groen GJ. Extraneural versus intraneural stimulation thresholds during ultrasound-guided supraclavicular block. *Anesthesiology*. 2009; 110(6):1235-43.
4. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G, Courruges P; Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Française (ADARPEF). Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth*. 2010;20(12):1061-9.
5. Gadsden JC, Choi JJ, Lin E, Robinson A. Opening injection pressure consistently detects needle-nerve contact during ultrasound-guided interscalene brachial plexus block. *Anesthesiology*. 2014;120(5):1246-53.
6. Hadzic A, Dilberovic F, Shah S, Kulenovic A, Kapur E, Zaciragic A, Cosovic E, Vuckovic I, Divanovic K-A, Mornjakovic Z, Thys DM, Santos AC: Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. *Reg Anesth Pain Med*. 2004;29:417-23.
7. Hayward WA, Haseler LJ, Kettwich LG, Michael AA, Sibbitt WJ Jr, Bankhurst AD. Pressure generated by syringes: implications for hydrodissection and injection of dense connective tissue lesions. *Scand J Rheumatol*. 2011; 40(5):379-82.
8. Hebl JR, Horlocker TT, Pritchard DJ. Diffuse brachial plexopathy after interscalene blockade in a patient receiving cisplatin chemotherapy: The pharmacologic double crush syndrome. *Anesth Analg*. 2001;92:249-251.
9. Hopkins PM. Does regional anaesthesia improve outcome? *Br J Anaesth*. 2015;115 Suppl 2:ii26-33.
10. Jeng CL, Torrillo TM, Rosenblatt MA. Complications of peripheral nerve blocks. *Br J Anaesth*. 2010;105 Suppl 1:i97-107.
11. Juhr M. Practical pediatric regional anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26(3):327-32.
12. Kapur E, Vuckovic I, Dilberovic F, Zaciragic A, Cosovic E, Divanovic KA, Mornjakovic Z, Babic M, Borgeat A, Thys DM, Hadzic A. Neurologic and histologic outcome after intraneural injections of lidocaine in canine sciatic nerves. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2007;51(1):101-7.

13. Kaye AD, Urman RD, Vadivelu N. *Essentials of Regional Anesthesia*. 1st ed. NY: Springer; 2012. 816 p.
14. Krol A, Szarko M, Vala A, De Andres J. *Pressure Monitoring of Intraneural and Perineural Injections Into the Median, Radial, and Ulnar Nerves: Lessons From a Cadaveric Study*. *Anesth Pain Med*. 2015;5(3):e22723.
15. Neal JM, Barrington MJ, Brull R, Hadzic A, Hebl JR, Horlocker TT, Huntoon MA, Kopp SL, Rathmell JP, Watson JC. *The Second ASRA Practice Advisory on Neurologic Complications Associated With Regional Anesthesia and Pain Medicine: Executive Summary 2015*. *Reg Anesth Pain Med*. 2015;40(5):401-30.
16. Neal JM, Brull R, Horn JL, Liu SS, McCartney CJ, Perlas A, Salinas FV, Tsui BC. *The Second American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Medicine Assessment of Ultrasound-Guided Regional Anesthesia: Executive Summary*. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41(2):181-94.
17. Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg A, Krane EJ, Suresh S, Wolf C, Martin LD. *Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia*. *Anesth Analg*. 2012;115(6):1353-64.
18. Pisano A. *Physics for Anesthesiologists: From Daily Life to the Operating Room*. NY:Springer; 2017. 171 p.
19. Steinfeldt T, Poeschl S, Nimphius W, Graf J, Zoremba M, Mueller HH, Wulf H, Dette F. *Forced needle advancement during needle-nerve contact in a porcine model: histological outcome*. *Anesth Analg*. 2011;113(2):417-20.
20. Theron PS, Mackay Z, Gonzalez JG, Donaldson N, Blanco R. *An animal model of "syringe feel" during peripheral nerve block*. *Reg Anesth Pain Med*. 2009;34(4):330-2.
21. Upton AR, McComas AJ. *The double crush in nerve entrapment syndromes*. *Lancet*. 1973;2:359-362.

**Альбокринов А.А., Фесенко У.А., Перова-Шаронова В.Н., Волощук Р.Р., Куриляк Д.Б.**

**ПРОФИЛАКТИКА ІНТРАНЕВРАЛЬНОГО ВВЕДЕННЯ АНЕСТЕТИКА С ПОМОЩЮ ШПРИЦА БОЛЬШОГО ОБ'ЄМА**

**Введення.** Периферическіе блокади мають кращий профіль безпеки порівняно з нейроаксіальними, однак вони також можуть викликати ускладнення, в частині нейропатії. К методам профілактики розвитку нейропатії належать ультразвуковий контроль, зниження сили тока перед введенням місцевого анестетика і контроль початкового тиску введення місцевого анестетика. Монітори тиску введення місцевого анестетика в Україні не зареєстровані. Згідно закону Паскаля, тиск в шприці прямо пропорційно прикладеній до поршня силі і обернено пропорційно площі сечення шприця. Таким чином, використання шприців великого об'єму при проведенні регіонарної анестезії дозволить обмежити тиск введення до певної величини.

**Ціль.** Визначити об'єм шприця, використовуючи який неможливо створити небезпечний тиск при введенні місцевого анестетика. **Матеріали і методи.** В дослідженні взяли участь 32 анестезіолога і 16 сестер-анестезистів. Досліджували максимальний тиск в шприцах різного об'єму, який могли створити анестезіологи різного статі і сестри-анестезистки домінуючої і недомінуючої руками. **Результати і обговорення.** Тиск, створений всіма учасниками дослідження домінуючої і недомінуючої руками в шприцах об'ємом 10 і 20 мл становив 30.71 ± 2.41 – 67.6 ± 2.8 psi, що значно перевищує безпечний (15 psi). Тиск, створений в шприці об'ємом 50 мл анестезіологами чоловічої статі обома руками, становив 22.3 ± 1.48 і 26.03 ± 1.32 psi відповідно, а анестезіологами жіночої статі і сестрами-анестезистками домінуючої рукою – 19.0 ± 1.11 і 19.1 ± 0.69 psi відповідно, що також перевищує максимально допустиме. Тиск, створений в шприці об'ємом 50 мл анестезіологами жінками і сестрами-анестезистками недомінуючої рукою, становив 16.1 ± 1.08 і 15.36 ± 1.08 psi відповідно. Ці показники тиску близькі до рекомендованого обмеження 15 psi при введенні місцевого анестетика. Тиск в шприцах різного об'єму створений учасниками дослідження не корелював з їх віком і антропометричними даними. **Висновок.** Використання шприця об'ємом 50 мл і введення місцевого анестетика анестезіологом жіночої статі або сестрою-анестезисткою недомінуючої рукою може бути способом обмеження тиску введення місцевого анестетика і профілактики розвитку нейропатії при виконанні периферических регіонарних блокувань.

**Ключові слова:** регіонарна анестезія, нейропатія, тиск введення.

**Albokrinov A., Fesenko U., Perova-Sharonova V., Voloshchuk R., Kuryliak D.**

**PREVENTION OF INTRANEURAL ANESTHETIC INJECTION WITH HIGH VOLUME SYRINGE**

**Background.** Peripheral regional blocks have better safety profile compared to neuraxial ones, however they can cause complications, particularly neuropathies. To prevent neuropathy such methods as ultrasound control, reducing stimulation current before injecting local anesthetic and injection pressure control are used. There are no registered injection pressure monitors in Ukraine. According to Pascal's law pressure inside the syringe is directly proportional to the force applied to the piston and inversely proportional to the cross-sectional area of the syringe. So, the use of high volume syringes will allow to pressure restriction. **Objective.** To identify syringe volume with which it is impossible to create dangerous injection pressure. **Materials and methods.** Thirty-two anesthesiologists and 16 nurses-anesthetists were included in the study. Maximum pressure in the syringes of different volumes created by participants with dominant and non-dominant hands was assessed. **Results and discussion.** Pressure created by all participants with dominant and non-dominant hands in 10 ml and 20 ml syringes was 30.71±2.41 – 67.6±2.8 psi which is significantly higher than safe injection pressure (15 psi). Pressure created in 50 ml syringe by male anesthesiologists with dominant and non-dominant hands was 22.3±1.48 and 26.03±1.32 psi respectively, and by female anesthesiologists and nurses-anesthetists with dominant hand was 19.0±1.11 and 19.1±0.69 psi respectively which is also higher than recommended. Pressure created in 50 ml syringe by female anesthesiologists and nurses-anesthetists with non-dominant hand was 16.1±1.08 and 15.36±1.08 psi respectively. These values were close to recommended injection pressure limit (15 psi). Pressures created by participants in different volume syringes did not correlated with their age and anthropometric values. **Conclusion.** Use of 50 ml syringe and injection of local anesthetic by female anesthesiologist or female nurse-anesthetist with non-dominant hand can serve as a method of injection pressure restriction and neuropathy prevention in peripheral regional anesthesia.

**Key words:** regional anesthesia, neuropathy, injection pressure.