

УДК 612.13:616.839:616-089.5-083.94(611.95):616.711

УКПШ

№ держреєстрації 0120U103000

інв. №

**Державна установа**  
**«Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка**  
**Національної академії медичних наук України»**

61064, м. Харків, вул. Пушкінська, 80.

Тел. (057) 725-14-00

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.О. директора ДУ «ІПХС

ім. проф. М.І. Ситенка НАМН»

д-р мед. наук

С.С. Бондаренко

« 29 » грудня 2023 р.




**З В І Т**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**ДОСЛІДИТИ ПАТОФІЗІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ**  
**ГЕМОДИНАМІЧНИХ ТА НЕВРОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЙ,**  
**ОБУМОВЛЕНИХ ВИДОМ АНЕСТЕЗІЇ ТА ІНТРАОПЕРАЦІЙНИМ**  
**ПОЛОЖЕННЯМ ТІЛА ПАЦІЄНТА ПІД ЧАС ХІРУРГІЧНИХ**  
**ВТРУЧАНЬ НА ХРЕБТІ**

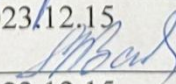
(остаточний)

Науковий керівник НДР  
д-р мед. наук, професор

Нормоконтроль

  
\_\_\_\_\_

2023.12.15

  
\_\_\_\_\_

2023.12.15

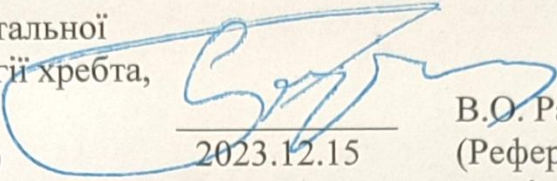
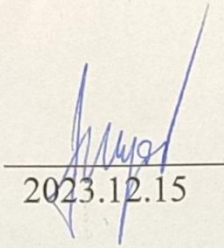
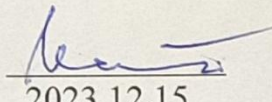
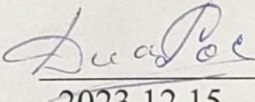
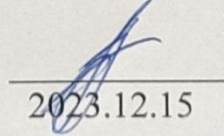
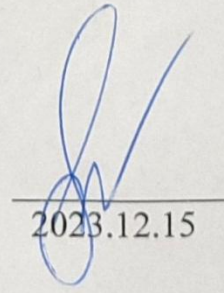
В.О. Радченко

Л.А. Васильцова


2023

Рукопис закінчено 29 листопада 2023 р.  
Результати цієї роботи розглянуто Вченою Радою ДУ «ІПХС» протокол  
від 27 грудня 2023 р № 11.

## СПИСОК АВТОРІВ


- Керівник НДР,  
Зав. відділом інструментальної  
та малоінвазивної хірургії хребта,  
д-р мед. наук, професор  
(звільнено 18.10.2023 р.)
-   
2023.12.15
- В.О. Радченко  
(Реферат, вступ,  
розділи 1,2,3,4)
- Відповідальні виконавці:  
Головний лікар,  
д-р мед. наук, доцент
-   
2023.12.15
- М.В. Лизогуб  
(Реферат, вступ,  
розділи 1,2,3,4)
- Зав. відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики,  
канд. мед. наук
-   
2023.12.15
- І.В. Котульський  
(Реферат, вступ,  
розділи 1,2,3,4)
- Виконавці:  
Старший науковий співробітник  
відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики,  
канд. біол. наук
-   
2023.12.15
- Д.Р. Дуплій  
(Розділи 1,2,3)
- Молодший науковий співробітник  
відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики
-   
2023.12.15
- О.О. Корольов  
(Розділи 1,2,3)
- Старший науковий співробітник  
відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики,  
канд. мед. наук
-   
2023.12.15
- К.І. Лизогуб  
(Розділи 1,2,3)

Молодший науковий співробітник  
відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики

  
2023.12.15

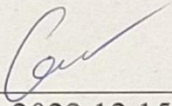
Н.О. Москаленко  
(розділи 1,2,3)

Молодший науковий співробітник  
відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики

  
2023.12.15

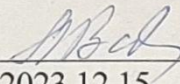
В.М. Піщик  
(розділи 1,2,3)

Старший науковий співробітник  
відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики,  
канд. мед. наук

  
2023.12.15

С.М. Яковенко  
(розділ 1,2,3)

Відповідальний за метрологічне  
забезпечення,  
провідний метролог

  
2023.12.15

Л.А. Васильцова  
(метрологічна  
експертиза документації)

## НАУКОВО-ДОПОМІЖНИЙ ШТАТ

Інженер відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики

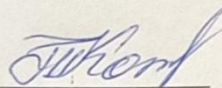


---

2023.12.15

О.О.Косенко

Лаборант б/к відділу  
патофізіології, анестезіології та  
функціональної діагностики

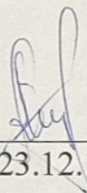


---

2023.12.15

Т.А.Котлярова

Лаборант б/к відділу  
патофізіології, анестезіології та  
функціональної діагностики

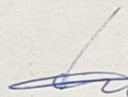


---

2023.12.15

О.В.Кука

Інженер відділу патофізіології,  
анестезіології та  
функціональної діагностики



---

2023.12.15

І.М. Петрова

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 171 с., 41 табл., 38 рис., 261 джерел.

ГЕМОДИНАМІКА, АНЕСТЕЗІЯ, ПРОН-ПОЗИЦІЯ.

Об'єкт дослідження - пацієнти з патологією хребта, яким виконується оперативне втручання на хребті у прон-позиції.

Мета роботи - покращити результати періопераційного менеджменту оперативних втручань на хребті у прон-позиції на основі вивчення гемодинаміки, симпато-вагального балансу, больового синдрому, когнітивних функцій, частоти ускладнень.

Методи дослідження – бібліографічній, загальноклінічні; інструментальні – пульсоксиметрія, тонометрія, реокардіографія, ультрасонографія, дослідження варіабельності серцевого ритму, комп'ютерна томографія; математико-статистичні – для обробки та аналізу даних.

У 254 хворих із патологією хребта досліджено зміни системи кровообігу при повороті з положення на спині у прон-позицію в умовах різних видів анестезії. Досліджено перебіг спінальної анестезії та розподіл гіпобаричного контрасту у прон-позиції. Порівняння передопераційних змін гемодинаміки у відповідь на поворот у прон-позицію з інтраопераційними дозволили створити математичну модель прогностичного індексу нестабільності гемодинаміки. У пацієнтів на фоні тотальної внутрішньовенної анестезії та перевероту на живіт зміни гемодинаміки не є критичними і не потребують корекції. Проте, у пацієнтів похилого віку спінальна анестезія завжди є більш гемодинамічно стабільною. Підтримання середнього артеріального тиску в межах 60–80 мм рт. ст. можна вважати безпечним, бо така гіпотензія не чинить негативного впливу на функцію спинного мозку та нирок. При виконанні оперативних втручань на поперековому відділі хребта у прон-позиції тривалістю до 3 год доцільніше використовувати ізобаричний розчин бупівакаїну. Використання гіпобаричного бупівакаїну є доцільним при виконанні триваліших оперативних втручань. Час експозиції у положенні лежачі на спині до повороту у прон-позицію слід рекомендувати 5 хв.

## ЗМІСТ

Перелік умовних позначень символів, одиниць, скорочень та термінів.....	8
Вступ.....	10
1 Особливості ведення періопераційного періоду оперативних втручань на хребті у прон-позиції (огляд літератури).....	13
1.1 Види прон-позиції та їх особливості.....	13
1.2 Функціональні зміни, що виникають у пацієнтів при повороті з положення на спині у прон-позицію.....	19
1.3 Ускладнення, що пов'язані з прон-позиціонуванням пацієнта.....	25
1.4 Особливості перебігу анестезії в положенні прон-позиції.....	30
1.5 Технічні особливості виконання спінальної анестезії у прон-позиції.....	35
1.6 Зміни гемодинаміки під час операцій у прон-позиції залежно від виду анестезії.....	37
1.7 Керована гіпотензія під час оперативних втручань на хребті.....	39
1.8 Особливості перебігу спінальної анестезії у прон-позиції.....	41
1.9 Больовий синдром та післяопераційне знеболення при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта.....	42
1.10 Вплив перебування в прон-позиції на функціональні системи організму пацієнта.....	50
2 Матеріали і методи дослідження.....	54
3 Результати досліджень.....	75
3.1 Постуральні реакції гемодинаміки при зміні положення тіла з положення на спині у прон-позицію у неанестезованих пацієнтів.....	75
3.1.1 Загальні напрями змін гемодинаміки людини при повороті з положення на спині у прон-позицію.....	75
3.1.2 Динаміка артеріального тиску при зміні положення тіла у пацієнтів із різним індексом маси тіла.....	78
3.1.3 Динаміка показників центральної гемодинаміки при зміні положення тіла у пацієнтів із різним індексом маси тіла.....	79
3.1.4 Постуральні реакції симпатoadреналової системи.....	80
3.1.5 Зв'язок показників гемодинаміки з віком та індексом маси тіла.....	82
3.2 Зміни гемодинаміки в різних положеннях тіла в умовах різних видів анестезії.....	83
3.2.1 Прогнозування нестабільності гемодинаміки при повороті пацієнта з положення на спині у прон-позицію в умовах різних видів анестезії..	83

3.2.2	Динаміка показників кровообігу під час операції в умовах субарахноїдальної анестезії в прон-позиції залежно від початкового стану гемодинаміки та симпатовагального балансу.....	89
3.2.3	Зміни гемодинаміки, що виникають при повороті пацієнта у прон-позицію в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії з штучною вентиляцією легень залежно від визначеного ПНГ.....	95
3.2.4	Порівняльний аналіз стану кровообігу у хворих, оперованих в прон-позиції в умовах субарахноїдальної і внутрішньовенної анестезії на основі пропофолу та фентанілу.....	99
3.3	Дослідження використання керованої гіпотензії при оперативних втручаннях на хребті.....	105
3.3.1	Дослідження ефективності використання керованої гіпотензії під час виконання оперативних втручань на поперековому відділі хребта.....	105
3.3.2	Дослідження безпечності використання керованої гіпотензії при оперативних втручаннях на хребті.....	110
3.4	Особливості процесів в спинномозковому каналі у прон-позиції.....	111
3.4.1	Особливості анатомії спинномозкового каналу у прон-позиції та їх вплив на розподіл гіпербаричного контрасту.....	111
3.4.2	Особливості перебігу спінальної анестезії під час оперативних втручань у прон-позиції.....	117
3.5	Больовий синдром та вплив медикаментозного лікування після оперативних втручань на поперековому відділі хребта.....	123
3.5.1	Больовий синдром, післяопераційне знеболення та когнітивні функції при операціях на поперековому відділі хребта.....	123
3.5.2	Особливості больового синдрому при дегенеративних захворюваннях поперекового відділу хребта.....	124
3.5.3	Післяопераційне знеболення пацієнтів після оперативних втручань на поперековому відділі хребта.....	127
3.6	Вплив анестезії, анальгезії та премедикації на рівень передопераційної тривоги та когнітивні функції пацієнтів з дегенеративними захворюваннями хребта.....	131
	Висновки.....	142
	Перелік джерел посилання.....	144

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ**

АТ	Артеріальний тиск
АТдіас	Діастолічний артеріальний тиск
АТсист	Систолічний артеріальний тиск
ВАШ	Візуальна аналогова шкала
ВНС	Вегетативна нервова система
ВОТ	Внутрішньоочний тиск
ВСР	Варіабельність серцевого ритму
ЕКГ	Електрокардіографія
З	Зріст
ЗПСО	Загальний периферичний судинний опір
ІМТ	Індекс маси тіла
МТ	Маса тіла
КТ	Комп'ютерна томографія
ММА	Мультимодальна аналгезія
МРТ	Магнітно-резонансна томографія
НПЗП	Нестероїдні протизапальні препарати
ПНГ	Прогностичний індекс нестабільності гемодинаміки
ПОВЗ	Післяопераційна втрата зору
ПОКД	Післяопераційна когнітивна дисфункція
ПОНБ	Післяопераційна нудота та блювання
ППСО	Питомий периферичний судинний опір
ППТ	Площа поверхні тіла
ПП	Прон-позиція
ПП5	Дослідження у прон-позиції через 5 хвилин після повороту
ПП20	Дослідження у прон-позиції через 20 хвилин після повороту
ПС	Положення на спині
ПТКВ	Позитивний тиск кінця видиху
СА	Спинальна анестезія

САТ	Середній артеріальний тиск
СВ	Серцевий викид
СВБ	симпатовагальний баланс
СІ	Серцевий індекс
ТВА	Тотальна внутрішньовенна анестезія
ТЗЧ	Тест зв'язування чисел
УІ	Ударний індекс
УО	Ударний об'єм
УЗД	Ультразвукова діагностика
ФЗЄ	Функціональна залишкова ємність
ХОК	Хвилинний об'єм кровообігу
ЦВТ	Центральний венозний тиск
ЦГД	Центральна гемодинаміка
ЧСС	Частота серцевих скорочень
ШВЛ	Штучна вентиляція легень
ASA	American Society of Anesthesiologists
DN	Douleur Neuropathique
MoCA	Montreal Cognitive Assessment
ODI	Oswestry Disability Index

## ВСТУП

У літературі відсутні принципи вибору методу знеболення та стандарти періопераційного менеджменту для операцій на хребті, зважаючи на їх суттєві відмінності від інших оперативних втручань – прон-позиція, потреба у проведенні керованої гіпотензії, особливості механізмів формування больового синдрому, а також ризик виникнення деяких специфічних ускладнень, в першу чергу з боку нервової системи та органу зору (B. Feix, 2014). У повсякденній клінічній практиці це питання залишається актуальним та вирішується, зазвичай, лише на підставі «традиційних» підходів конкретної клініки.

Гіпотензія, що асоціюється із поворотом пацієнта у прон-позицію, спостерігається у 8,9 % пацієнтів на фоні загальної анестезії (H. Yoon et al., 2018). Проте, патофізіологічні механізми цього явища остаточно не встановлені. Прон-позиція призводить до змін функціонування різних систем організму – серцево-судинної, дихальної, нервової. Крім оперативного положення на стан цих систем впливає й використання препаратів для анестезії, які змінюють компенсаторні реакції організму на зміну положення тіла й через це можуть призводити до критичних порушень їх функціонування. Виявлення та попередження такого впливу залишається актуальною проблемою.

Важливим питанням хірургії хребта є можливість оперувати в умовах «сухого операційного поля». Таку можливість забезпечує керована гіпотензія, проте, як показали нещодавні дослідження (S. Soghomonyan et al., 2017), сьогодні в анестезіологічній спільноті немає єдиного погляду щодо припустимих меж керованої гіпотензії, вибору препарату та цільового параметра. G. Li et al. (2019) вважають, що у спінальній хірургії небезпечно допускати зниження середнього артеріального тиску (САТ) нижче 60 мм рт. ст. Головними обмежувальними чинниками гіпотензивної анестезії при оперативних втручаннях на хребті у прон-позиції вважають ризик ішемії

спинного мозку. Невирішеним залишається питання впливу методу анестезії на кровоточивість під час вертебрологічних операцій у прон-позиції.

Завдання дослідження:

- Вивчити постуральні реакції гемодинаміки без впливу анестезії при повороті пацієнтів з патологією поперекового відділу хребта з положення на спині у прон-позицію.
- Дослідити інтраопераційні зміни гемодинаміки, що виникають при повороті пацієнта з положення на спині у прон-позицію в умовах різних видів анестезії, оцінити ефективність та безпечність застосування керованої гіпотензії при оперативних втручаннях на хребті.
- Проаналізувати особливості розподілу гіпербаричного контрасту у дуральному мішку та перебігу спінальної анестезії при оперативних втручаннях у прон-позиції.
- Вивчити особливості больового синдрому та стану тривожності у пацієнтів при різних варіантах анестезіологічного забезпечення та оцінити адекватність знеболення після оперативних втручань на поперековому відділі хребта.
- Оцінити когнітивні функції пацієнтів після оперативних втручань на поперековому відділі хребта та їх залежність від виду анестезії та післяопераційного знеболення.
- Розробити програму анестезіологічного менеджменту та знеболення у періопераційному періоду оперативних втручань на поперековому відділі хребта у прон-позиції пацієнта та провести їх клінічну апробацію.

Перебіг спінальної анестезії у прон-позиції має свої особливості через інший розподіл місцевого анестетика в залежності від баричності та особливостей самого положення, у порівнянні з положенням на спині (L. Imbelloni, 2014). Дискусійною залишається можливість виконання спінальної анестезії безпосередньо у прон-позиції.

Етапи виконання роботи:

Етап I 2021 року "Дослідити загальні закономірності постуральних реакцій системи кровообігу та нервової системи пацієнтів без впливу анестезії після повороту у прон-позицію".

Етап II 2022 року "Дослідити закономірності перебігу загальної та спінальної анестезії та розробити методи прогнозування та корекції розладів кровообігу у пацієнтів під час хірургічних втручань у прон-позиції"

# **1 ОСОБЛИВОСТІ ВЕДЕННЯ ПЕРІОПЕРАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ОПЕРАТИВНИХ ВТРУЧАНЬ НА ХРЕБТІ У ПРОН-ПОЗИЦІЇ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

## **1.1. Види прон-позиції та їх особливості**

Прон-позиція (від англійського словосполучення prone position – положення пацієнта обличчям донизу) сьогодні широко використовується при оперативних втручаннях у ортопедії та травматології, нейрохірургії, нефрології, аноректальній та судинній хірургії, проте зміни в організмі пацієнта та проблеми, що пов'язані із даною позицією, ще й досі дискутуються у медичній літературі. Прон-позиція супроводжується як фізіологічними змінами, так і деякими специфічними ускладненнями, з якими повинні бути добре обізнаними лікар-анестезіолог, лікар-ортопед-травматолог та середній і молодший медичний персонал для створення безпечних умов для пацієнта, забезпечення комфортних умов для виконання оперативного втручання та якнайшвидшої мобілізації хворого з мінімумом побічних ефектів [1,2]. Прон-позиція використовується також як окремий лікувальний засіб при терапії пацієнтів із гострим респіраторним дистрес-синдромом через доведений позитивний ефект, який має дана позиція на насичення артеріальної крові киснем за рахунок покращення вентиляційно-перфузійних співвідношень.

Розроблені численні технічні засоби підтримки пацієнта у прон-позиції - спеціальні операційні столи, рами, пристрої для прон-позиції на колінах, подушки, валики, ремені безпеки, підтримувачі рук та голови. Їх ціллю є мінімізація впливу прон-позиції на організм пацієнта (зниження тиску на живіт, грудну клітину, очі, тощо), а також створення комфортних умов для виконання хірургічного втручання. Ми наводимо у нашій роботі ту частину з них, яка найчастіше використовуються у клінічній практиці.

Рама Вілсона (рис. 1.1) може застосовуватися для будь-яких операційних столів та являє собою дві продовгуваті подушки, що

розташовуються вздовж тулуба латерально та можуть розсуватися до 25 см, що дає змогу знизити компресію на грудну клітку та живіт [3].

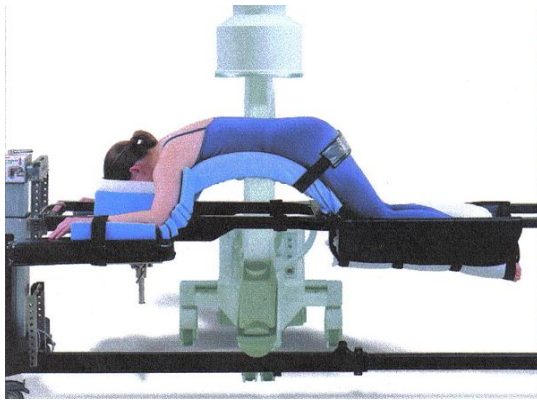


Рисунок 1.1 – Рама Вілсона

Іншим засобом для зменшення тиску на грудну клітину та живіт можуть бути поздовжні валики, як виготовлені в заводських умовах (рис. 1.2), так і зроблені власноруч з м'якого матеріалу (рис. 1.3).



Рисунок 1.2 – Поздовжні валики



Рисунок 1.3 – Поздовжні валики

У 1992 р. Roger P. Jackson запатентував операційний стіл для спінальної хірургії. Цей стіл (стіл Джексона) відрізняється тим (рис. 1.4), що пацієнт вкладається на нього на спину, проводиться індукція у анестезію, пацієнт надійно фіксується ремнями та спеціальними фіксаторами, а потім повільно повертається разом із рамою стола у прон-позицію [4]. Це дозволяє зменшити навантаження на медичний персонал та зменшити ризик серйозних гемодинамічних ускладнень, ймовірно, через невелику швидкість повертання пацієнта. Серйозною проблемою залишається значна вартість даного девайсу.

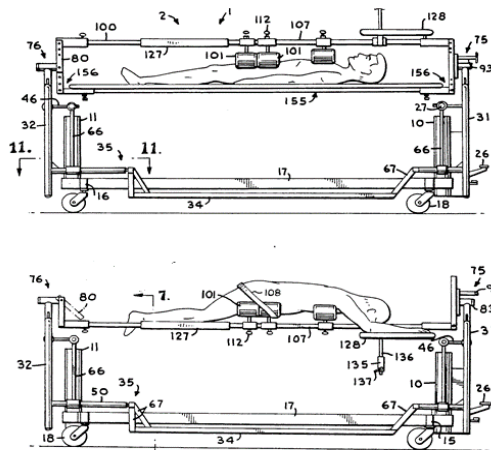


Рисунок 1.4 – Стіл Джексона

Варіантами прон-позиції є також положення складного ножа, що найчастіше використовують під час проктологічних операцій (рис. 1.5) та положення на колінах, для позиціонування у якому використовують прилади Andrew's (рис. 1.6), Watanabe (рис. 1.7), Maxwell (рис. 1.8).

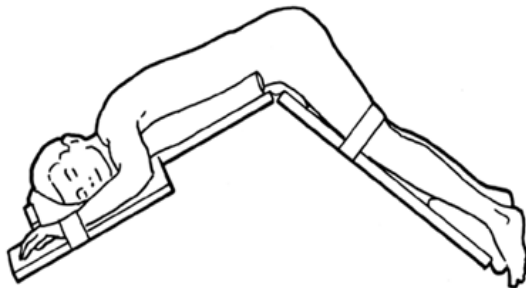


Рисунок 1.5 – Положення складного ножа

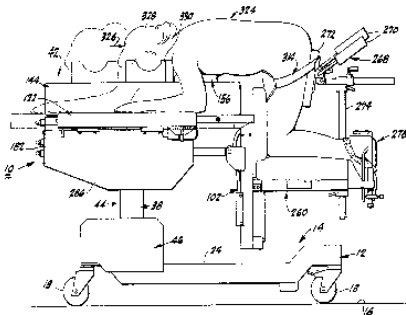


Рисунок 1.6 – Прон-позиція на колінах з використанням стола Andrew's [5]

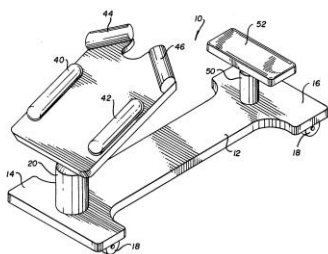


Рисунок 1.7 – Пристрій Watanabe – варіант рами для прон-позиції на колінах [6]

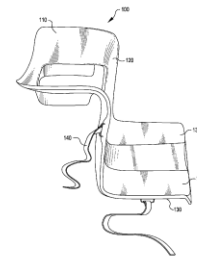


Рисунок 1.8 – Пристрій Maxwell – варіант рами для прон-позиції на колінах [7]

Рама Relton-Hall (рис. 1.9) вперше описана у J. Bone Joint Surg. у 1967 році та являє собою прямокутну основу, до якої під кутом  $90^\circ$  прикріплені 4 вертикальні стійки, що регулюються уздовж та латерально. На кінцях стійок розташовані подушки під кутом  $45^\circ$  внутрішньо. Подушки розташовуються під антеролатеральними сторонами тазового кільця та грудної клітки. Послідовником рами Relton-Hall можна вважати й раму Hoffman, яка налічує не 4, а 6 подушок [8].

Рама Hubert Labelle (рис. 1.10) є також у певній мірі послідовницею рами Relton-Hall, проте дає можливість не тільки пасивно позиціонувати пацієнта у прон-позицію, а ще й дає змогу коригувати кривизну хребта під час оперативного втручання, що важливо при хірургічному лікуванні сколіозу [9].



Рисунок 1.9 – Рама Relton-Hall

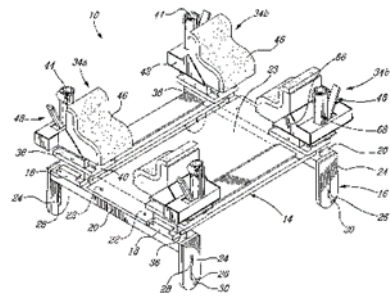


Рисунок 1.10 – Рама Hubert Labelle

Існують чисельні рекомендації щодо процедури повороту пацієнта у прон-позицію. Більшість з них стосуються пацієнтів з гострим респіраторним дистрес-синдромом [10], проте існують і локальні протоколи щодо інтраопераційного позиціонування [11].

Більшість рекомендацій акцентують увагу на наступних моментах:

- перед поворотом перевірити достатній рівень седатії та м'язової релаксації;
- підготуватись на випадок випадкової екстубації (повинна бути каталка у швидкій доступності) та складної інтубації. За різними даними під час повороту у 6,3% пацієнтів трапляється дислокація інтубаційної трубки

або венозного катетеру, аж до повного видалення, що може потребувати екстреної ре-інтубації або ре-катетеризації;

- обов'язковим є проведення преоксигенації перед поворотом;
- ідеальна кількість персоналу, що необхідна для безпечного повороту складає 5 осіб. Одна особа відповідає за голову та інтубаційну трубку, та по дві особи з кожного боку пацієнта, одна з яких відповідає за судинні доступи. Показано, що поворот пацієнта, що виконується трьома особами, частіше супроводжується значними порушеннями гемодинаміки;
- найкращим варіантом є створення check-list, який обов'язково монітується під час та після повороту, приклад такого check-list наведено на рисунку 1.11;
- до та після повороту необхідно оцінити гемодинамічний статус пацієнта [12], при нестабільності гемодинаміки спочатку проводиться її корекція (симпатоміметики та/або рідинна ресусцитація);
- поворот пацієнта робиться в бік респіратора;
- забезпечити захист очей гелевими наліпками або затейпити повіки пластирем;
- перевірити, чи всі дренажні ємності порожні;
- після повороту забезпечити нахил стола до 5° зворотного положення Тренделенбурга;
- рекомендації щодо розташування ЕКГ-електродів моніторинга у прон-позиції наведені на рис. 1.12

---

<b>Підготовка</b>	- Інтубований та релаксований?
	- Інтубаційна трубка фіксована?
	- Очі закриті та заліплені?
	- Шлунковий зонд перекритий та від'єднаний?
	- Сечовий катетер перекритий та від'єднаний?
	- Зайві системи від'єднані?

---

- ЕКГ-датчики від'єднані?
- Манжета неінвазивного АТ від'єднана?
- Лінія інвазивного АТ перекрита та від'єднана?

### План

Людина, що контролює дихальні шляхи	Найвища людина	Наступна за зростом людина	Людина, найменша за зростом	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Хто керує?</li> <li>- Напрямок повороту?</li> <li>- Кількість рухів</li> </ul>
-------------------------------------	----------------	----------------------------	-----------------------------	---

### Поворот

- Зворотній відлік
- Перевірте вентиляцію
- Під'єднайте моніторинг після завершення повороту

### Протекція

- Перевірте усі точки, що знаходяться під тиском
- Чи кабелі/системи не зажаті під пацієнтом
- Чи живіт не стиснутий?



Рисунок 1.11 – Чек-лист при повороті пацієнта у прон-позицію.

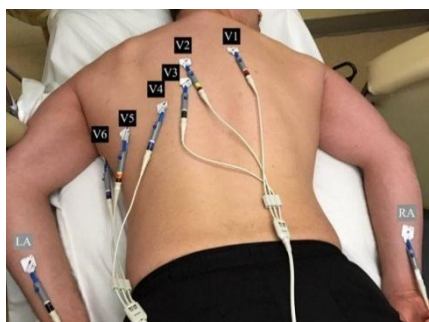


Рисунок 1.12 – Розташування ЕКГ-електродів при позиціонуванні пацієнта у прон-позиції.

## **1.2 Функціональні зміни, що виникають у пацієнтів при повороті з положення на спині у прон-позицію**

При зміні положення тіла людини з положення на спині у прон-позицію найсуттєвіші зміни виникають з боку серцево-судинної та дихальної систем. Причому, якщо зміни респіраторної системи мають здебільшого позитивні характеристики та, навіть, використовуються при лікуванні гострого респіраторного дистрес-синдрому, то зміни гемодинаміки можуть бути різнонаправленими та суттєво залежать від багатьох чинників, як з боку пацієнта, так і з боку медичного втручання.

Зміни з боку серцево-судинної системи при повороті пацієнта на живіт проявляються, за даними багатьох дослідників, зниженням хвилинного об'єму кровообігу [13-19]. Проте, деякі дослідження не виявили суттєвих змін гемодинаміки у прон-позиції [20-24]. Це пояснюється значною неоднорідністю досліджень, їх різним дизайном. Так, частина з них проведена на неанестезованих пацієнтах або добровольцях, інша – на пацієнтах у різних варіантах прон-позиції [25], з різним преморбідним фоном, в умовах різних видів анестезії. Крім того, автори використовували різні методи оцінки функції гемодинаміки та у різні проміжки часу. Так, при дослідженні на здорових волонтерах [16] було виявлено зниження хвилинного об'єму кровообігу на 25 % після повороту пацієнта з положення на спині у прон-позицію. При порівнянні різних видів положення на животі у пацієнтів в умовах загальної анестезії S. Dharmavaram et al. [15] прийшли до висновку, що хвилинний об'єм кровообігу найбільше знижується при використанні рам Wilson та Siemens, а серцевий індекс та серцевий викид – з використанням рам Andrews, Wilson та Siemens. Переднавантаження найбільше знижується при використанні рами Andrews. Найбільш безпечними з точки зору впливу на гемодинамічні параметри автори вважають стіл Джексона та поздовжні валики.

У дослідженні Min J, et al. на пацієнтах у прон-позиції в умовах загальної анестезії методом біореактансу [4] було виявлено достовірне зниження серцевого викиду та серцевого індексу. При цьому обидва параметри

досліджувались двома різними методами (NIKOM та Vigileo). У пацієнтів невисокого серцево-судинного ризику після повороту у прон-позицію виявляється зниження серцевого індексу в середньому на 18 % [26]. При цьому частота серцевих скорочень змінювалась незначно. Середній артеріальний тиск підтримувався шляхом підвищення системного судинного опору та легеневого судинного опору. Тиск у правому передсерді та у легеневій артерії не підвищувався. То ж більшість дослідників причини зниження ХОК вбачають у зниженні переднавантаження внаслідок секвестрації крові у нижчерозташованих частинах тіла, стискання порожнистих вен, збільшення внутрішньогрудного тиску [27]. Проте, при дослідженні за допомогою методу трансезофагеальної ехокардіографії [22] змін серцевого індексу при повороті на живіт виявлено не було. Плоске положення, як показали М. Yokoуama et al. [20], суттєво не впливає на функцію кровообігу (досліджували тиск у легеневій артерії та тиск у нижній порожнистій вені), у той час як положення на опуклій сідлоподібній рамі призводило до зниження серцевого індексу та серцевого викиду без змін тиску у нижній порожнистій вені. Вони припустили, що останнє є результатом більш високого розташування серця над головою та кінцівками у цьому положенні, що призводить до зниженого венозного повернення. Зниження серцевого викиду призводить до активації симпатичної нервової системи [29] – при повороті на живіт збільшується ЧСС, загальний периферичний судинний опір, рівень норадреналіну. Показано також, що вид анестезії у прон-позиції може суттєво впливати на зміни гемодинаміки. При порівнянні тотальної внутрішньовенної та інгаляційної анестезії було виявлено, що на фоні внутрішньовенної анестезії у більшій мірі спостерігається зниження середнього артеріального тиску [31] та серцевого індексу [17] у порівнянні із інгаляційною анестезією. Проте інші автори не виявили змін серцевого викиду під впливом внутрішньовенної анестезії у прон-позиції (на рамі Вілсона) [23]. Показано також, що предиктором змін серцевого викиду після повороту на живіт є варіабельність серцевого викиду [18], а також можливість мінімізувати ці зміни шляхом збільшення переднавантаження (передопераційна інфузійна

терапія). У нещодавньому дослідженні гемодинамічних змін, що виникають при повороті пацієнта з положення на спині у прон-позицію в умовах загальної внутрішньовенної анестезії [32], було встановлено, що найсуттєвіші зміни виникали при більшій концентрації реміфентанілу, більш високому САТ та піковому тиску на вдиху у прон-позиції, передопераційному використанні  $\beta$ -блокаторів. Загалом, гіпотензія, що була асоційована із поворотом пацієнта, була зафіксована у 8,9 % пацієнтів на фоні загальної анестезії. Рудь О.А. виявив суттєве зниження АТсист після перевертання у прон-позицію (в середньому на 34%) в умовах загальної анестезії, при цьому достовірної різниці між групами внутрішньовенної та інгаляційної анестезії виявлено не було [30].

Одними із найсуттєвіших несприятливих чинників, що виникають у прон-позиції та призводять до зниження серцевого індексу, вважаються підвищення інтраабдомінального тиску, наслідком якого є стиснення нижньої порожнистої вени та зниження венозного повернення до серця [25,28], та підвищення внутрішньогрудного тиску, що призводить до зниження комплайнсу лівого шлуночка [13]. Особливо це стосується пацієнтів із надлишковою вагою [33], а також спостерігається при використанні рами Вілсона [3]. Це може впливати на зниження серцевого викиду та на збільшення операційної крововтрати [22,28,34,35]. Так, при плоскому положенні на животі центральний венозний тиск у 1,5 рази вищий, ніж у положенні на рамі Relton-Hall [36]. Тому більшість використовуваних сьогодні пристроїв та засобів для операцій у прон-позиції націлені, в першу чергу, на зниження внутрішньочеревного тиску [37]. Для цього забезпечують декілька опор для тіла, що дає можливість животу вільно провисати. Проте, цікавий клінічний випадок був описаний анестезіологами з Кореї [39]. Після повороту пацієнтки у прон-позицію на столі Джексона, який дозволяє животу провисати вільно, розвинулась критична артеріальна гіпотензія, що була рефрактерна до волемічного навантаження та інотропної підтримки. Автори припустили, що причиною було надмірне провисання живота із значною зміною анатомії нижньої порожнистої вени. Після

встановлення додаткової підтримки для живота гемодинамічна ситуація стабілізувалась і оперативне втручання було успішно виконане.

Jozwiak M, et al. [21] вважають, що підвищення інтраабдомінального тиску призводить до зниження серцевого викиду лише у пацієнтів в стані гіповолемії. При нормоволемії прон-позиціонування та підвищення антраабдомінального тиску призводить до підвищення венозного повернення та, згідно законів кровообігу Гайтона, підвищенню ХОК. Проте ця робота є здебільшого теоретичним узагальненням та стосується лише пацієнтів з гострим респіраторним дістрес синдромом.

Ще одну цікаву думку виказав Magder S. [38]. При повороті у прон-позиції серце займає нижнє положення по відношенню до системної циркуляції, що дійсно може призводити до збільшення венозного повернення, проте лише у пацієнтів із нормоволемією.

У нещодавньому дослідженні M. Shimizu et al. [40] оцінювали серцево-судинну функцію у волонтерів у положенні на спині та у прон-позиції без анестезії за допомогою quantitative gated single-photon emission computed tomography. Вони виявили зменшення серцевого індексу на 14 % при повороті на живіт у пацієнтів без серцево-судинної патології та більш суттєві зміни у пацієнтів з супутніми захворюваннями серцево-судинної системи. Водночас В. Wieslander et al. [24] проводили аналогічне дослідження із використанням методу Phase contrast cardiovascular magnetic resonance та не виявили постуральних змін серцевого викиду.

Гемодинамічні зміни під час операцій на хребті можуть бути обумовлені не тільки постуральними реакціями, але й рефlekсами з твердої мозкової оболонки та рефlekсами внаслідок тракції хребта. Точні причини, чому маніпуляції на твердій мозковій оболонці можуть призводити до гемодинамічних порушень невідомі, хоча передбачаються декілька механізмів [41]. Зовнішній компонент іннервації вентральної спінальної твердої мозкової оболонки походить з первинних розгалужень товстих сіно-вертебральних нервів, тонких гілочок нервового сплетення задньої продольної зв'язки та

периваскулярних нервових сплетень радикулярних гілочок сегментарних артерій. Тракція твердої мозкової оболонки призводить до активації аферентних парасимпатичних нервових волокон та інгібіції симпатичних волокон (вазовагальних реакцій). Ці реакції (подібні до рефлексу Vuer-Lochkard) можуть призводити до брадикардії, гіпотензії, та, навіть, зупинки серця.

Серед змін з боку респіраторної системи при повороті пацієнта у прон-позицію описують відносно збільшення функціональної залишкової ємності [42,43,44] та збільшення оксигенації [44,46,47]. При цьому, пацієнтів з гострим респіраторним дістрес-синдромом рекомендують залишати у прон-позиції на 16-24 години задля покращення індексу оксигенації [48]. У пацієнтів з надлишковою масою тіла у прон-позиції [49] виявлене збільшення ФЗЄ, легеневого комплайнсу та оксигенації, хоча середня ФЗЄ у положенні на спині у цих пацієнтів була значно нижчою, аніж у пацієнтів з нормальною масою тіла. Співвідношення I : E (Inspiration : Expiration) у пацієнтів з надмірною масою тіла суттєво не впливає на оксигенацію у положенні на животі [45], хоча піковий тиск вдоху при I : E співвідношенні 1 : 1 вище, ніж при 1 : 2. У дослідженні R. P. Mahajan et al. [50] на здорових неанестезованих пацієнтах з нормальною масою тіла у різних варіантах положення на животі було показано, що ФЗЄ зростає у всіх варіантах, проте найбільше у положенні на колінах та на рамі. Якщо раніше вважалося, що легеневий кровообіг є залежним від сили тяжіння та змінюється із зміною положення тіла, то останнім часом показано, що легенева перфузія найбільша у дорзальних відділах незалежно від положення тіла [51]. Більш того, S. Nyren et al. на основі сцинтиграфії показали, що у прон-позиції розподіл легеневого крообігу є більш рівномірним, ніж у положенні на спині [52]. При проведенні штучної вентиляції легень у прон-позиції зростає піковий тиск у дихальних шляхах (P<sub>peak</sub>) [53,54,55], причому вентиляція з контролем за тиском забезпечує нижчий P<sub>peak</sub> у порівнянні із вентиляцією з контролем за об'ємом для забезпечення однакового дихального об'єму та різної частоти дихання для підтримання сталої концентрації CO<sub>2</sub> у

видихуваному повітрі під час операцій у прон-позиції. Автори з Китаю у нещодавньому дослідженні [56] особливостей вентиляції під час операції в умовах загальної анестезії у прон-позиції продемонстрували значне (майже у 2 рази) покращення оксигенації та відсутність змін тиску на вдиху. При повороті пацієнта у прон-позиції зменшується альвеолярний мертвий простір та деякі автори вважають, що для його оцінки інформативним є як індекс оксигенації, так і парціальний тиск вуглекислого газу у артеріальній крові ( $P_aCO_2$ ) [57,58]. Проте, є дослідження, в яких змін оксигенації у прон-позиції [54] та змін  $P_aCO_2$  [60] виявлено не було. Ці зміни є дуже варіабельними й залежать від виду прон-позиції та використовуваної рами [55]. Загалом, прон-позиція призводить до поліпшення вентиляційно-перфузійних співвідношень та, як наслідок, до покращення оксигенації [13,46,58,59]. Це успішно застосовується сьогодні при лікуванні пацієнтів із гострим респіраторним дистрес синдромом [57,61]. Щодо режиму вентиляції (Volume Control Ventilation або Pressure Support Ventilation) у положенні на животі – суттєвої різниці у забезпеченні газообміну не виявлено [63]. Проте, поява нових режимів вентиляції (PCV-VG – pressure control ventilation with volume guaranteed mode) показує їх переважне застосування у прон-позиції пацієнтів під час загальної анестезії через нижчий  $P_{peak}$  [26].

Важливе дослідження було проведено Ізраїльськими науковцями. У пацієнтів, оперованих на хребті в умовах ШВЛ та загальної анестезії, проводили вимірювання транспульмонального тиску за різницею  $P_{peak}$  та езофагеального тиску [64]. Було виявлено підвищення транспульмонального тиску при зміні положення у прон-позицію, як при ПТКВ 0, так і при ПТКВ 7 мм рт.ст. Вони виявили також достовірне підвищення резервного об'єму видиху у прон-позиції з 0,20 л до 0,37 л. Еластичність грудної клітки збільшилась, а еластичність легень не змінилась у різних положеннях тіла. Driving pressure ( $\Delta P$ ) при повороті у прон-позицію збільшувалось в середньому на 3,5 см водного стовба та ці зміни не залежали від рівня ПТКВ.

### 1.3 Ускладнення, що пов'язані з прон-позиціонуванням пацієнта

Ускладнення внаслідок позиціонування пацієнта описані у багатьох роботах. Вони є нечастими, тому більшість з цих робіт — це клінічні випадки, які важко систематизувати. Значна частина цих випадків взагалі не документується та не друкується. Тому описані у оглядових статтях з цієї тематики випадки є недооціненими [65]. Загальним для всіх ускладнень є збільшення їх частоти із збільшенням тривалості оперативного втручання, як правило більше 4 год [66].

Описані випадки гострих цервікальних кил, спричинених комбінацією факторів: перерозгинання голови під час інтубації та подальше позиціонування у прон-позицію із м'язовою релаксацією [67]. Chen S, et al. описали випадок нижньої параплегії після операції на поперековому відділі хребта внаслідок гострої кили C<sub>6</sub>-C<sub>7</sub>. Незважаючи на ургентну ламінектомію на цьому рівні пацієнт залишився паралізованим [68].

У літературі описані поодинокі випадки розшарування та оклюзії сонної артерії [70] та *a. vertebralis* [71,73] у ПП. Усі випадки пов'язувались із поворотом голови убік. Компресія сонної артерії та зниження відтоку внаслідок стиснення яремної вени може призвести до зниження мозкового кровотоку [27]. Тому автори вважають за необхідне голову класти рівно. Описані також випадки розвитку неврологічного дефіциту після операції у прон-позиції [74,75] без будь-яких на те морфологічних причин. Описані також випадки квадриплегії після операції у прон-позиції [76], яку автори пов'язують із перерозгинанням шиї [72]. Ці випадки пов'язують із грудними валиками, які створювали компресію грудних вен та підвищення венозного тиску, що на фоні незначного зниження артеріального тиску викликало гіперперфузію спинного мозку.

Тривале знаходження пацієнта в прон-позиції може призвести до деяких функціональних та, навіть, органічних порушень в результаті статичного локального тиску на м'які тканини та периферичні нерви [19]. Ураження периферичних нервів кінцівок у прон-позиції зустрічаються з такою ж

частотою, як і у положенні на спині. Лише ураження зовнішнього шкірного нерва стегна зустрічається частіше у прон-позиції при використанні рами Relton-Hall [77]. З метою попередження можливих уражень периферичних нервів рекомендується перед операцією оцінити переносимість пацієнтом даної позиції [78].

Післяопераційна плексопатія плечового сплетіння зустрічається найчастіше серед усіх неврологічних ускладнень. Сплетіння проходить через три рухомі кісткові структури: ключицю, перше ребро та голівку плечової кістки. Положення цих кісткових структур по відношенню до сплетення може призводити як до його компресії, так і до розтягнення нервових елементів, що призводить до ішемізації *vasa nervorum*. Гіповолемія, гіпотермія, цукровий діабет та алкоголізм підвищують ризик подібних уражень нервів. Нещодавній огляд плечових плексопатій виявив їх прояви у 17 з 517 операцій на хребті у прон-позиції [79]. Факторами ризику були відведення руки більше, ніж на 90 градусів, розтягнення та зовнішня ротація, а також ротація та латеральна флексія шиї у тому ж напрямку. Доказом ушкодження був інтраопераційний електрофізіологічний моніторинг (Somatosensory Evoked Potentials, Motor Evoked Potentials) у 15 пацієнтів, що дало змогу запобігти розвитку симптомів. У інших 2 пацієнтів виникла слабкість у верхній кінцівці у післяопераційному періоді, яка повністю відновилась протягом 2 тижнів.

Ще й досі існують розбіжності щодо допустимих кутів відведення верхніх кінцівок [78,80], проте більшість авторів не рекомендує перевищувати 90°. Є нечіткі переваги положення верхніх кінцівок вздовж тулуба [81]. Ураження від прямого тиску зустрічаються, згідно з даними літератури, досить рідко. При дослідженні здорових добровольців у прон-позиції за допомогою доплерографії [82] виявлено зниження кровотоку у *a.tibialis posterior* на 31 % (прон-позиція на колінах). Описано випадки розвитку синдрому позиційного стиснення у прон-позиції. Шість з цих випадків потребували фасціотомії, у 3 випадках розвинулась гостра ниркова недостатність [83,84]. Описані також декілька випадків некрозу м'язів стегна під час операцій у прон-позиції,

причому автори схиляються до думки, що причиною могло бути не положення пацієнта, а гіперстимуляція м'язів під час нейромоніторингу [85]. Інші ускладнення, такі як контактний дерматит, стиснення трахеї, набряк слинних залоз та передній вивих плеча є поодинокими [13]. Описана також невелика кількість уражень печінки при оперативних втручаннях у прон-позиції [86,88], двобічний пневмоторакс [53]. Частота нефатального повітряного венозного емболізму у положенні на животі може сягати 10 % [89], проте серйозні ускладнення, що пов'язані із повітряним емболізмом у цих пацієнтів, є поодинокими.

У дослідженнях American Society of Anesthesiologists показано, що 67 % усіх випадків післяопераційної втрати зору виникають після операцій у прон-позиції [90]. Загалом ПОВЗ при оперативних втручаннях у прон-позиції може сягати 0,2 %. Двома найбільш відомими типами ураження є ішемічна нейропатія зорового нерву [91] та оклюзія центральної артерії сітківки [92,93]. Припускають, що існує декілька механізмів розвитку ПОВЗ. Одним із них є механічний тиск на очні яблука. Інший механізм пов'язаний із недостатньою оксигенацією зорового нерва [91]. Добре відомо, що перфузійний тиск зорового нерву є різницею між середнім артеріальним тиском та внутрішньоочним тиском (або венозним тиском). Таким чином, гіперперфузія може бути наслідком як підвищення внутрішньоочного (або венозного) тиску, так і зниження артеріального тиску [94]. Доведено, що у прон-позиції внутрішньоочний тиск підвищується як у анестезованих пацієнтів [96,97], так і у здорових неанестезованих волонтерів [106]. У останніх зафіксовано, що у прон-позиції ВОТ на 46 % вищий, ніж у положенні сидячі. Коли рівень ВОТ сягає від 40 мм рт. ст. до 50 мм рт. ст., локальна ауторегуляція втрачається, та кровопостачання зорового нерву падає до критичного рівня [99]. Проте, більшість дослідників визнають, що існують пацієнти із спотвореною саморегуляцією, й навіть помірне підвищення ВОТ у них призводить до зниження кровоплину у зоровому нерві [100].

Цікаво, що при оперативних втручаннях на головному мозку у положенні на животі ризик розвитку ПОВЗ є значно нижчим, ніж при спінальних операціях. Пояснення цього феномена було нещодавно знайдено німецькими дослідниками [101]. Вони виявили, що під час операцій на головному мозку, так само, як і при спінальних операціях, після перевертання у прон-позицію ВОТ підвищується, проте, одразу після розтину твердої мозкової оболонки значно знижується і не підвищується суттєво у подальшому.

У доступній літературі опубліковано 21 клінічні випадки ПОВЗ після операцій на хребті у прон-позиції [102]. Серед причин названі гостра закритоугольна глаукома (три пацієнта), ішемічна нейропатія зорового нерву (три пацієнта), кортикальна сліпота (три пацієнта), оклюзія центральної артерії сітківки (п'ять пацієнтів), ішемія внаслідок здавлення очного яблука через позиціонування (один пацієнт) та у шести пацієнтів причина встановлена не була. Майже в усіх повідомлених випадках мала місце гіпотензія під час анестезії. Саме вона вважається основним патофізіологічним чинником ПОВЗ.

Y. Shen et al. [103] вивчав ПОВЗ протягом у США (5,6 млн. оперованих пацієнтів). Найвища частота спостерігалась у кардіохірургії (8,64/10000), друге місце займає спінальна хірургія (3,09/10000). Цікаво, що у післяопераційному періоді у пацієнтів молодше 18 років частіше спостерігалась кортикальна сліпота, а у пацієнтів, старших за 50 років – ішемічна нейропатія зорового нерва.

У 2012 р. завершилось перше велике багатоцентрове дослідження ішемічної нейропатії зорового нерву при операціях у прон-позиції [97]. В результаті дослідження були виявлені наступні чинники ризику: чоловіча стать, надлишкова вага, використання рами Вілсона, більша тривалість оперативного втручання, більша очікувана крововтрата. Водночас використання колоїдів у складі інтраопераційної інфузійної терапії є протективним чинником. Значне збільшення ВОТ у прон-позиції із збільшенням часу оперативного втручання доведене і в інших дослідженнях [90,93]. Проте, у дослідженні E. Farag et al. [96] не виявлено суттєвого впливу колоїдно-кристалоїдного складу інфузійної

терапії на достовірність підвищення ВОР. Показаний також позитивний вплив на профілактику підвищення ВОР місцевого застосування brimonidine. Показано, що вид анестезії (інгаляційна та внутрішньовенна) суттєво не впливає на ВОР [98]. Єдиною інтраопераційною ознакою підвищеного внутрішньоочного тиску може бути безпричинна брадиаритмія [99], що зумовлена вагальною стимуляцією. При спінальній анестезії підвищення ВОР є менш суттєвими, ніж при загальній анестезії [104].

Дані 2019 р. наводять таку частоту ризиків ішемічної оптичної нейропатії у пацієнтів після операцій на хребті [105]: найнижчий він у жінок 18-39 років без синдрому сонного апное (18,2 на 1 000 000 операцій на хребті) та найвищий у чоловіків від 40 років до 64 років із синдромом сонного апное (844,5 на 1000 000 операцій на хребті). На основі цих трьох показників (вік, стать, наявність синдрому обструктивного сонного апное) автори рекомендують розраховувати прогностичний індекс ризику розвитку ПОВЗ у вертебологічних пацієнтів.

Положення голови під час операції відіграє суттєву роль у розвитку ішемічної нейропатії зорового нерву. По-перше, найгірший вплив має рама Вілсона, при позиціонуванні на якій голова знаходиться нижче рівня серця [97]. По-друге, положення голови відносно вісі тіла теж має істотний вплив. Поворот голови убік може погіршити венозний відтік від однієї половини голови. Крім того, деякими роботами показано, що у положенні на животі тиск ВОР вище в очі, що знаходиться нижче [107]. У зв'язку з цим загальною рекомендацією є нейтральне положення голови із запобіганням опущення головного кінця [99].

Загалом згідно останніх рекомендацій з профілактики ПОВЗ при операціях у прон-позиції найбільш дієвими є наступні засоби [100]: впровадження передопераційного офтальмологічного обстеження, нахил операційного стола для створення зворотнього положення Тренделенбурга на від  $5^{\circ}$  до  $10^{\circ}$ , скорочення часу знаходження у прон-позиції, моніторинг внутрішньоочного тиску, періодична зміна положення голови, запобігання

тиску на очні яблука та застосування специфічних лікарських засобів (наприклад, бримонідін 2 %).

Крім післяопераційної втрати зору ще більш рідким ускладненням спінальної хірургії є післяопераційна втрата слуху [54]. У більшості випадків воно зустрічається при кардіохірургічних втручаннях зі штучним кровообігом, а при некардіохірургічних – у спінальній хірургії, особливо в умовах спінальної анестезії. Причиною даного явища вважають лікворею та гіперфузію слухового нерву. Проте дані випадки поодинокі.

Незначна гіперфузія головного мозку у прон-позиції порівняно із положенням на спині в умовах загальної анестезії є також описаним явищем [109]. Пов'язана вона з незначним, проте достовірним підвищенням внутрішньочерепного тиску у прон-позиції [110], через що рекомендують встановлювати операційний стіл у зворотнє положення Тренделенбурга з кутом нахилу не менше 5°. Проте, це явище не є клінічно значущим і не призводить само по собі до документованих когнітивних порушень.

#### **1.4 Особливості перебігу анестезії в положенні прон-позиції**

У доступній літературі існує досить невелика кількість робіт, що обґрунтовує вибір того чи іншого виду анестезіологічного забезпечення при оперативних втручаннях у положенні на животі. Традиційно, у більшості лікарень за таких умов використовується загальна внутрішньовенна або інгаляційна анестезія. Остання протипоказана, якщо пацієнтам під час операції використовується нейрофізіологічний моніторинг. Все більше авторів наводять дані, що спінальна анестезія є безпечною альтернативою загальній анестезії при операціях на поперековому відділі хребта у положенні на животі [111,112], особливо для пацієнтів високого ризику [113,114,116]. Доведено, що у пацієнтів, яким виконувалась загальна анестезія, порівняно зі спінальною, час операції та час анестезії був довшим, потреба у післяопераційному знеболенні та частота виникнення післяопераційної нудоти були більшими [115,121], спостерігалася більша тахікардія [122]. При спінальній анестезії

використовується менше лікарських засобів та, загалом, вона вважається більш гемодинамічно стабільною [116,118,123]. Проте, сьогодні не існує одностайних рекомендацій щодо методики спінальної анестезії, виду, дози та баричності використовуваних розчинів, використання ад'ювантів для даних типів оперативних втручань [111,124]. Dashtbani M, et al. підтверджують, що обидва методи анестезії (загальна та спінальна) у пацієнтів невисокого анестезіологічного ризику при виконанні операцій на поперековому відділі хребта мають однаковий профіль безпечності [260].

Не останнім питанням при виборі методу анестезії для оперативних втручань на хребті є й питання кошторису. За даними авторів із США [119] вартість оперативного втручання на хребті, що виконане в умовах спінальної анестезії, в середньому на 5 232 долари дешевше, ніж аналогічна операція (поперекова дискектомія або ламінектомія), що була виконана в умовах загальної анестезії. Цікаво, що ця різниця зумовлена не стільки вартістю самої анестезії, скільки тривалістю знаходження у операційній та палаті пробудження, кількістю ускладнень та потребою у післяопераційних аналгетиках [120].

Однією із найважливіших проблем, що існує при операціях у прон-позиції, є забезпечення прохідності дихальних шляхів. Варіантами є самостійне дихання при використанні лише спінальної анестезії, використання різних видів ларингеальних масок та інтубація трахеї. У більшості випадків інтубація трахеї та введення ларингеальної маски проводиться у положенні на спині з подальшим поворотом на живіт [125]. Проте, описані вище можливі специфічні ускладнення положення на животі говорять про доцільність самостійної укладки пацієнта на живіт з подальшою індукцією у анестезію [126,127]. Процедури введення ларингеальної маски та інтубації трахеї добре відомі та описані у всіх сучасних підручниках з анестезіології, але ці ж процедури у прон-позиції згадуються у поодиноких наукових роботах та їх детальний опис відсутній. Так, ми знайшли лише 1 роботу [132], де автори проводять рутинно інтубацію трахеї у прон-позиції та декілька випадків інтубації у прон-позиції

при невідкладних станах [128,134,138]. Автори зі Шведської клініки спінальної хірургії описують досвід рутинної інтубації у прон-позиції [132]. Автори з Чикаго ілюструють можливість фіброоптичної інтубації пацієнтів із надлишковою масою тіла у свідомості (в умовах місцевої анестезії) з подальшим самостійним поворотом пацієнта на живіт [139]. Н. Suzuki et al. наводять випадок інтубації у прон-позиції за допомогою PENTAX-Airwayscope [135]. Досвід встановлення ларингеальної маски у прон-позиції є дещо більшим. У роботі А. М. López et al. [129] проводиться порівняння ларингеальних масок Supreme™ та Proseal™ та робиться висновок, що встановлення ларингеальної маски Proseal™ у прон-позиції потребує менше маніпуляцій. Автори з Австралії [137] наводять досвід застосування ларингеальної маски Proseal™ у 245 пацієнтів у прон-позиції (найбільше за кількістю пацієнтів подібне дослідження) та вважають цей метод безпечним та ефективним. Інші автори при порівнянні ларингеальної маски Supreme™ й Soft Seal™ віддають перевагу моделі Supreme™ для постановки у прон-позиції [130], що підтверджується й даними V. Sharma [133]. Загалом, використання ларингеальної маски у прон-позиції скорочує час індукції анестезії та початку оперативного втручання, у порівнянні із інтубацією трахеї, яка виконується у положенні на спині з подальшим поворотом пацієнта на живіт, мінімізує витрати сил персоналу (бо пацієнт самостійно позиціонує себе у прон-позицію), а також викликає менші зміни гемодинаміки [136,131].

Наводимо одну з методик встановлення ларингеальної маски у прон-позиції, що використовували автори з Великобританії [127]. "Після втрати свідомості підголівник видаляється та щільно прикладається лицьова маска, що дозволяє проводити вентиляцію 100 % киснем (рис. 1.13). Після цього анестезіолог неосновну руку кладе на лоб пацієнта (голова трохи повернута убік), асистент відкриває пацієнту рота шляхом тиску на підборіддя, та вводиться ларингеальна маска (рис. 1.14). Тільки-но ларингеальна маска переткнула різці, асистент відпускає підборіддя, що дозволяє язика провисати

вперед, відкриваючи, таким чином, задній орофарингеальний простір для ларингеальної маски".



Рисунок 1.13 – Інгаляція 50% кисню



Рисунок 1.14 – Процедура інтубації у прон-позиції

Вважаємо за необхідне навести процедуру інтубації у прон-позиції, яку наводять автори з найбільшим досвідом подібної маніпуляції – 247 випадків [132].

"Пацієнт лежить у прон-позиції на операційному столі, голова повернута праворуч. Медична сестра анестезист стоїть ліворуч від стола для допомоги та підтримки голови під час індукції. Анестезіолог стоїть у голови пацієнта. Премедикація проводиться внутрішньовенним введенням 0,2 мг фентанілу. Анестезіолог розташовує свою руку під головою пацієнта та трохи її підіймає, притискує маску та починає. Преоксигенація продовжується у допоміжну вентиляцію. Неінвазивний АТ, частота дихання та оксигенація постійно монітуються. На фоні допоміжної вентиляції внутрішньовенно вводять мідазолам 0,2 мг/кг. Сатурація крові киснем, визначена за допомогою пульсоксиметра повинна бути не менше 98 %. Коли пацієнт засинає та добре вентилюється, вводять рокуронія бромід 0,6 мг/кг внутрішньовенно для релаксації. Коли настає релаксація, що підтверджена м'язовим стимулятором, голова підіймається анестезіологом з використанням правого вказівного пальця вокруг верхніх молярів та в той же час використовуючи ліву руку для підняття та помірного розгинання голови. Лагінгоскоп Macintosh з дорослим клинком обережно вводиться лівою рукою, відсуваючи язик праворуч. Коли надгортанник становиться видимим, корегуємо положення ларингоскопу для візуалізації гортані, проводиться інтубація. У разі виникнення проблем

інтубація проводиться трубкою меншого розміру або з використанням стилету. Якщо інтубація в прон-позиції не вдається, рішення про закінчення спроби робиться протягом 2 хвилин. Пацієнт вентилюється й перевертається у положення на спині для інтубації".

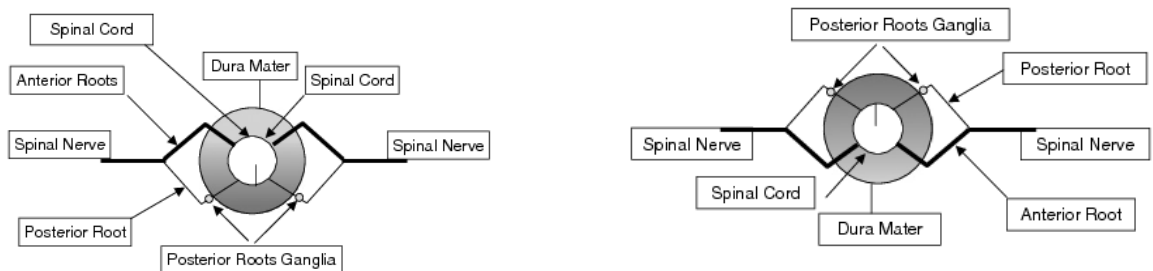
Індукція у положенні на животі має низку переваг. У першу чергу, це можливість для пацієнта самостійно обрати комфортну позу перед засинанням, що знижує ризик ускладнень, що пов'язані із стисканням. По-друге, пацієнта не треба перевертати, що унеможлиблює випадкове видалення катетерів та інтубаційної трубки, пошкодження шийних хребців, нервів та судин [140]. З іншого боку, процедура індукції у положенні на животі потребує значної практичної підготовки, несе в собі серйозні ризики втрати прохідності дихальних шляхів (поряд повинна завжди знаходитись каталка для негайного повернення пацієнта у класичне для інтубації положення). Тому за відсутності достатньої доказової бази щодо переваг індукції безпосередньо в прон-позиції, вона поки залишається досить рідкою та дуже дискутабельною процедурою у сучасній анестезіології. Єдиним аргументованим показом для її виконання залишається раптова втрата контролю над дихальними шляхами під час оперативного втручання.

Загалом, питання анестезіологічного забезпечення оперативних втручань у прон-позиції залишається дискутабельним; єдиного погляду щодо переваг того чи іншого виду анестезії у різних клінічних ситуаціях сьогодні не існує. Необхідні подальші дослідження для обґрунтування диференційованого підходу до вибору анестезії у положенні на животі в залежності від виду та тривалості оперативного втручання, загального стану, антропометричних даних та функціональних резервів пацієнта, наявності спеціальних столів та рам тощо.

## 1.5 Технічні особливості виконання спінальної анестезії у прон-позиції

Спінальна анестезія є безпечною та ефективною альтернативою загальній анестезії при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта у прон-позиції. Проте на сьогоднішній день не існує єдиного підходу щодо методики виконання спінальної анестезії у цієї категорії хворих, виду, дози та баричності місцевого анестетика.

Традиційно після спінальної анестезії гіпербаричним розчином пацієнт спочатку лежить деякий час на спині. Вважається, що при цьому чутливі дорзальні корінці, які, доречі, є й більш тонкими отримують більшу концентрацію місцевого анестетика (рис. 1.15). Тому тривалість сенсорного блоку при знаходженні у положенні на спині переважає над моторним, який забезпечується передніми корінцями. У положенні ж обличчям донизу при введенні гіпербаричного розчину місцевого анестетика він блокуватиме швидше і довше передні (рухові) корінці [141]. Тому при операціях у прон-позиції концентрація місцевого анестетика в області задніх корінців зменшується швидше, ніж в області передніх корінців; через це тривалість моторного блоку переважає над тривалістю сенсорного [111].



Положення на спині

Прон-позиція

Рисунок 1.15 – Розміщення структур хребтового каналу у різних положеннях (M. A. Gouveia, L. E. Imbelloni)

Проте, це стосується тих відділів спинномозкового каналу, де є спинний мозок. На рівні кінського хвоста ситуація принципово змінюється. Відомо, що кінський хвіст є дуже мобільним утворенням у цереброспінальній рідині, яке змінює своє положення під впливом сили тяжіння [138].

Автори припускають, що при спінальній анестезії у положенні на животі кінський хвіст займає переднє положення, що полегшує блокування його сенсорних волокон [143]. Ці ж автори у іншому дослідженні проводили люмбальну пункцію безпосередньо у положенні на животі з подушкою під животом (для коригування поперекового лордозу) гіпобаричним розчином лідокаїну та отримували блокаду виключно задніх корінців. Таку анестезію у більш пізньому своєму огляді вони назвали задньою спінальною геміанестезією [144]. Найсуттєвішими перевагами даного методу автори вважають відсутність моторного блоку у нижніх кінцівках та більшу гемодинамічну стабільність. Анестезія при даному методі виконується виключно гіпобаричними місцевими анестетиками: 0,6 % лідокаїн (1,5 мл 2 % ізобаричного лідокаїну + 3,5 мл дистильованої води), 0,15 % бупівакаїн (1,5 мл 0,5 % ізобаричного бупівакаїну + 3,5 мл дистильованої води) та 0,15 % левобупівакаїн (1,5 мл 0,5 % ізобаричного левобупівакаїну + 3,5 мл дистильованої води). Тривалість блоку дозозалежна. Лідокаїн 0,6 % забезпечує блок 63 хв при 18 мг, 81 хв при 24 мг та 89 хв при 30 мг. Бупівакаїн 0,15 % забезпечує блок 115 хв при 4,5 мг, 135 хв при 6 мг та 195 хв при 7,5 мг. Можливість проведення анестезії анестетиками різної баричності при виконанні вертебрологічних операцій у положенні на животі проаналізована також у роботі Y. S. Shin et al. [145]. Автори порівнювали ізобаричний та гіпобаричний розчини тетракаїну при спінальній анестезії при вертебрологічних операціях у положенні на животі та розраховували дозу виходячи із зросту пацієнта: 10 мг на 160 см  $\pm$  0,1 мг на см. Автори виявили, що при використанні гіпобаричного розчину блок формувався у 2 рази швидше, рівень блоку був достовірно вищим та частіше супроводжувався артеріальною гіпотензією.

У роботі F. Roodneshin et al. [153] проводиться порівняння особливостей перебігу спінальної анестезії у положенні на животі та у положенні на боці. Автори виявили, що спінальна анестезія у прон-позиції приводила до більш серйозних гемодинамічних розладів, але забезпечувала довшу аналгезію, порівняно із положенням на боку

## **1.6 Зміни гемодинаміки під час операцій у прон-позиції залежно від виду анестезії.**

Якщо 10 років тому переважна більшість оперативних втручань на поперековому відділі хребта виконувалась в умовах загальної анестезії, сьогодні широко обговорюється можливість їх виконання в умовах спінальної анестезії [154].

Відомо, що тотальна внутрішньовенна анестезія призводить до змін показників гемодинаміки. Saugel B. із співавторами дослідили вплив окремих компонентів на кровообіг пацієнта [155]. Було виявлено, що введення суфентанілу призводило до незначного збільшення частоти серцевих скорочень та не впливало на артеріальний тиск. Призначення пропофолу призводило до суттєвого зниження середнього артеріального тиску та системного периферичного судинного опору, ЧСС поверталась до початкових значень. Автори прийшли до висновку, що гіпотензія під час та після індукції пропофолом та суфентанілом зумовлена артеріолярною вазодилатацією, спричиненою впливом пропофолу, а не ефектом кардіодепресії чи венозної вазодилатації. Вираженість післяіндукційної артеріальної гіпотензії на фоні загальної анестезії залежить від віку пацієнта [156].

Механізм артеріальної гіпотензії після спінальної анестезії є дещо іншим. Симпатична блокада викликає як артеріолярну вазодилатацію (і тим самим зниження периферичного судинного опору), так і венозну з депонуванням крові у венах. Саме зменшення переднавантаження має найбільший вплив на зниження ударного об'єму та розвитку артеріальної гіпотензії, ніж зниження загального периферичного судинного опору [157].

Показано також, що вид анестезії у прон-позиції може суттєво впливати на зміни гемодинаміки. При порівнянні тотальної внутрішньовенної та інгаляційної анестезії було виявлено, що на фоні внутрішньовенної анестезії у більшій мірі спостерігається зниження середнього артеріального тиску та серцевого індексу [158] у порівнянні із інгаляційною анестезією. Проте інші автори не виявили змін серцевого викиду під впливом внутрішньовенної анестезії у прон-позиції (на

рамі Вілсона) [159]. Показано також, що предиктором змін серцевого викиду після повороту на живіт є варіабельність серцевого викиду [160], а також можливість мінімізувати ці зміни шляхом збільшення переднавантаження (передопераційна інфузійна терапія). У нещодавньому дослідженні гемодинамічних змін, що виникають при повороті пацієнта з положення на спині у прон-позицію в умовах загальної внутрішньовенної анестезії [161], було встановлено, що найсуттєвіші зміни виникали при більшій концентрації реміфентанілу, більш високому САТ та піковому тиску на вдиху у прон-позиції, передопераційному використанні  $\beta$ -блокаторів. Загалом, гіпотензія, що була асоційована із поворотом пацієнта, була зафіксована у 8,9 % пацієнтів на фоні загальної анестезії. Рудь О.А. виявив суттєве зниження АТсист після перевертання у прон-позицію (в середньому на 34%) в умовах загальної анестезії, при цьому достовірної різниці між групами внутрішньовенної та інгаляційної анестезії виявлено не було [162].

Одними із найсуттєвіших несприятливих чинників, що виникають у прон-позиції та призводять до зниження серцевого індексу, вважаються підвищення інтраабдомінального тиску, наслідком якого є стиснення нижньої порожнистої вени та зниження венозного повернення до серця [163,164], та підвищення внутрішньогрудного тиску, що призводить до зниження комплайнсу лівого шлуночка [165]. Особливо це стосується пацієнтів із надлишковою вагою [166], а також спостерігається при використанні рами Вілсона [167]. Jozwiak M, et al. [175] вважають, що підвищення інтраабдомінального тиску призводить до зниження серцевого викиду лише у пацієнтів в стані гіповолемії. При нормоволемії прон-позиціонування та підвищення антраабдомінального тиску призводить до підвищення венозного повернення та, згідно законів кровообігу Гайтона, підвищенню ХОК. Проте ця робота є здебільшого теоретичним узагальненням та стосується лише пацієнтів з гострим респіраторним дістрес синдромом.

Ще одну цікаву думку виказав Magder S. [176]. При повороті у прон-позиції серце займає нижнє положення по відношенню до системної циркуляції,

що дійсно може призводити до збільшення венозного повернення, проте лише у пацієнтів із нормоволемією.

### **1.7 Керована гіпотензія під час оперативних втручань на хребті.**

Для зменшення операційної крововтрати з 70-х років минулого сторіччя використовують керовану гіпотензію. Методів досягнення цільових рівнів артеріального тиску існує чимало [170]. Використовують поглиблення анестезії/аналгезії, бета-блокатори, нітрати, блокатори кальцієвих каналів, урапідил та рідко інші засоби. Не існує й однастайності щодо допустимого рівня АТ. Головними лімітуючими факторами гіпотензивної анестезії про оперативних втручаннях на хребті у положенні на животі вважають ризик ішемії спинного мозку та зорового нерву [171]. Загалом керована гіпотензія під час анестезії може призводити до післяопераційної когнітивної дисфункції, коронарного синдрому, ушкодження нирок та печінки. Ризик цих ускладнень збільшується із віком пацієнта [172]. Через високий ризик ускладнень частина авторів рекомендують не використовувати рутинно керовану гіпотензію під час операцій у спінальній хірургії [173].

Звичайно вважають, що безпечна межа керованої гіпотензії для пацієнтів ASA I знаходиться на рівні вище 50 мм рт.ст. середнього артеріального тиску та 80 мм рт.ст. систолічного артеріального тиску. Ауторегуляція перфузії органів порушується при зниженні нижче цього рівня. Для пацієнтів ASA II необхідно підтримувати систолічний артеріальний тиск на рівні 85-90 мм рт.ст., а середній – 60-70 мм рт.ст. для мінімізації ускладнень [174].

Для досягнення цільових рівнів артеріального тиску використовують значну варіабельність методів: поглиблення рівня загальної анестезії, нейроаксіальні методи та різні фармакологічні препарати. Серед найпоширеніших – периферичні вазодилататори, урапідил, бета-блокатори, магнезії сульфат, дексмедетомедін [175], клонідін, блокатори кальцієвих каналів тощо.

Автори з Ірану використовували премедикацію клонідіном (200 мкг перорально) з метою забезпечення інтраопераційної артеріальної гіпотензії та

отримали достовірне зниження інтраопераційної крововтрати та не отримали зниження часу оперативного втручання [176].

Sadrolsadat et al досліджували вплив виду анестезії на рівень крововтрати при операціях на хребті. До проспективного дослідження увійшли 100 пацієнтів. Автори не знайшли, так само як і у нашому дослідженні, статистично значущої різниці у рівні крововтрати між загальною та спінальною анестезією [177].

Цікаво, що у 2016 та у 2017 роках були опубліковані 2 метааналізи, що порівнювали використання загальної та регіонарної анестезії при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта з протилежними результатами щодо впливу виду анестезії на рівень крововтрати. У дослідженні Zorrilla-Vaca A. із співавт. [178] проведений метааналіз 15 рандомізованих контрольованих досліджень (961 пацієнт) з порівнянням регіонарних методик (спінальна або епідуральна) та загальних (внутрішньовенна та інгаляційна). Метааналіз продемонстрував зниження інтраопераційної крововтрати у групі регіонарної анестезії (SMD = - 1.24; 95% CI = від - 2.27 до - 0.21, P = 0.02). У дослідженні Meng T. із співавт. [179] проведений метааналіз 8 рандомізованих контрольованих досліджень (625 пацієнтів) з порівнянням спінальної анестезії та загальної анестезії (внутрішньовенна та інгаляційна). Метааналіз не продемонстрував різниці у інтраопераційній крововтраті (SMD = -1.56; 95% CI = від -3.12 до 0.00, P = 0.05), проте показав, що група загальної анестезії мала більш високу частоту інтраопераційної гіпертензії. Саме вона, на нашу думку, є більш важливим чинником інтраопераційної кровоточивості, ніж сам метод анестезії. Крім того, показано, що загальна внутрішньовенна анестезія пропофолом призводить до значно меншої інтраопераційної крововтрати, ніж інгаляційна анестезія севофлюраном при оперативних втручаннях на хребті [180]. Це можна пояснити різною селективністю механізму вазодилатації: артеріолярної прекапілярної у випадку севофлюрану та веноулярною посткапілярною у випадку пропофолу [181].

Автори з США [182] показали, що при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта найбільш важливими чинниками, що впливають на

крововтрату, є кількість ламінектомій, досвідченість хірурга, що робить доступ, необхідність забору трансплантату з крила клубової кістки та суб'єктивна оцінка хірургом ступеня розширення епідуральних вен. При цьому всі операції виконувались в умовах загальної анестезії, то ж вплив цього чинника не досліджувався.

### **1.8 Особливості перебігу спінальної анестезії у проно-позиції.**

Гемодинамічні зміни при спінальній анестезії у положенні на животі описані у роботі Shetti S et al. [183]. Автори відмічають незначну, проте статистично значущу тенденцію до гіпотензії та брадикардії після повороту на живіт в умовах спінальної анестезії. Слід зауважити, що автори проводили переднавантаження розчином Рінгера від 15 мл/кг до 20 мл/кг перед спінальною анестезією та проводили її гіпербаричним розчином. Експозиція на спині не була фіксованою, складала 10-15 хвилин. Тривалість моторного блоку при цьому складала  $150 \pm 20$  хвилин. За результатами нашого дослідження також найбільша частота гіпотензії та брадикардії була також у пацієнтів групи гіпербаричного бупівакаїну з тривалим (10 хвилин) часом до повороту. За цей час «важкий» місцевий анестетик встигає викликати найвищий рівень симпатичної блокади.

Невирішеним залишається питання щодо баричності анестетиків для СА у положенні на животі. У фундаментальній роботі [184] автори порівнювали 3 мл 0,5 % ізобаричного розчину бупівакаїну з 2 мл гіпербаричного (з декстрозою) 0,75 % бупівакаїну. Після спінальної анестезії пацієнти обох груп лежали по 10 хвилин на спині, а лише потім переверталися на живіт. Автори виявили, що початок сенсорного, моторного та симпатичного блоку був швидшим та загальний рівень блоку був вищим у групі гіпербаричного розчину. Тому й частота й виразність зниження артеріального тиску була більшою у групі гіпербаричного розчину. Ці дані співпадають і з результатами нашого дослідження. Дослідження авторів з Туреччини не виявило суттєвих змін гемодинаміки при виконанні спінальної анестезії при оперативних втручаннях у положенні на животі. Автори [185] провели ретроспективний аналіз 497 пацієнтів, що були оперовані на поперековому відділі хребта в умовах спінальної

анестезії (15 мг 0,5 % ізобаричного бупівакаїну, очікування ефекту у положенні на спині з подальшим поворотом на живіт). Переднавантаження включало від 300 мл до 500 мл розчину Рінгера. Результатом дослідження була відсутність значних змін з боку серцево-судинної системи, жодного випадку недостатньої анестезії, рання мобілізація (8 годин після операції) та виписки зі стаціонару після 2 доби.

Ще одним дискусійним питанням є можливість виконувати спінальну анестезію безпосередньо у положенні на животі. Автори з Індії [186,187] повідомляють про можливість виконання спінальної анестезії безпосередньо у положенні на животі гіпербаричним розчином бупівакаїну з отриманням блоку до рівня T10. Ці дані підтверджують наші результати про відсутність необхідності тривалого знаходження на спині перед поворотом на живіт при спінальній анестезії гіпербаричним розчином. Найбільша концентрація анестетика при цьому очікувано буде у нижчій точці поперекового лордозу – приблизно L3. Як і в попередньому дослідженні автори використовували преінфузію. У роботі Laasko E. et al. [188] проводиться порівняння двох методів виконання спінальної анестезії – на боку з подальшим (через 20 хвилин) поворотом на живіт або одразу у положенні на животі, використовуючи в обох групах 15 мг ізобаричного 0,5 % розчину бупівакаїну. Автори виявили більш значуще падіння артеріального тиску (30 мм рт.ст. проти 18 мм рт.ст.) та брадикардію у пацієнтів, яким спінальна анестезія виконувалась безпосередньо у положенні на животі.

### **1.9 Больовий синдром та післяопераційне знеболення при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта**

Больовий синдром після хірургічних втручань залишається серйозною проблемою сучасної медицини. Серед 179 різних медичних процедур складні вертебологічні операції входять у першу шістку за вираженістю післяопераційного болю [189]. Приблизно половина пацієнтів у післяопераційному періоді страждають на помірний та сильний біль, а 24 % не отримують адекватного знеболення [190,174]. Це може призводити до

відтермінування строків мобілізації та реабілітації, формування гіперальгезії та до хронізації болю.

Біль у поперековому відділі хребта може бути як суто ноцицептивним, так і мати нейропатичний компонент, виявлення якого може потребувати додаткових терапевтичних втручань. У деяких пацієнтів нейропатичний біль може залишатись на довгий час у післяопераційному періоді [191,174] та бути рефрактерним до терапії.

У роботі науковців з різних країн [192,193,194] на великій популяції хворих з болем у нижній частині спини, що спричинений дегенеративно-дистрофічними ураженнями хребта, виявлений значний відсоток нейропатичного болю (31,9–53,7 % за даними різних джерел). Вони також показали, що відсоток є вищим у пацієнтів з іррадіацією болю у сідницю та нижню кінцівку.

Оперативні втручання на хребті часто супроводжуються сильним больовим синдромом у першу післяопераційну добу [195,178]. Для пришвидшення одужання після хірургічних втручань у багатьох лікарнях чи лікувальних закладах світу запроваджуються ERAS (Enhanced Recovery After Surgery) протоколи. Вперше ці протоколи були розроблені у 1997 році для хворих із колоректальним раком, а вже у 2001 році почали створюватись міжнародні групи з їх вивчення та впровадження у різні галузі хірургії. Найбільшу доказову базу вони мають у онкології, проте все ширше використовуються при ортопедичних операціях, таких як ендопротезування великих суглобів. У спінальній хірургії вона також існує, проте дуже лімітована [196]. ERAS представляє собою мультимодальний підхід до ведення періопераційного періоду та включає передопераційне навчання пацієнта та фізичні вправи, мультимодальне періопераційне знеболення, малоінвазивні хірургічні техніки, мінімізація крововтрати за рахунок введення транексамової кислоти, корекція нутритивного статусу та рання мобілізація пацієнта. Кінцевими результатами впровадження більшість авторів бачать зниження потреби у опіодах, післяопераційної нудоти, блювання (ПОНБ) та сонливості,

скорочення ліжкодня [197] та підвищення задоволеності пацієнта [198]. Як показують дані останніх метааналізів [199], дослідження щодо впровадження ERAS протоколів при оперативних втручаннях на хребті є невеликими за розміром виборки та ретроспективними за дизайном. Одне з найбільших подібних досліджень, із залученням 265576 пацієнтів (ретроспективний аналіз) із дотриманням восьми основних положень ERAS: ММА, використання транексамової кислоти, використання протиблювотних засобів, використання стероїдів, рання фізична активність, відмова від катетеризації сечового міхура, відмова від пацієнт-контрольованої аналгезії, відмова від ранових дренажів, - показало зниження кількості ускладнень, зниження тривалості знаходження у стаціонарі та зниження загальної вартості лікування [200]. Проте, великі багатоцентрові дослідження для формування доказової бази високої якості тільки починають провадитись.

Режим післяопераційного знеболення при вертебрологічних операціях залишається дискусійним питанням. Н. Yoshihara повідомляє, що більше 30 % пацієнтів отримують сильні знеболюючі препарати протягом 2 років після інструментальної хірургії хребта [201,184]. Однією з причин розвитку хронічного післяопераційного болю є недостатньо купований гострий післяопераційний біль [202,185].

Обґрунтуванням використання мультимодального знеболення у спінальній хірургії є множинність патофізіологічних механізмів його розвитку – нейропатичний, запальний та ноцицептивний [203]. Відповідальними за цей процес є багато біологічно активних речовин, найбільш впливовими серед яких є простагландин E2 та IL-6 [204,187].

ММА – це комбінація знеболюючих засобів різних груп (опіоїди, НПЗП, парацетамол, габапентиноїди, місцеві анестетики), використання якої дозволяє знизити дозу кожного компонента і таким чином мінімізувати їх сторонні ефекти [203].

Широкому впровадженню ММА неохоче сприяють спінальні хірурги через низку робіт, які показували, що великі дози НПЗП можуть призводити до

уповільнення утворення спонділодезу. Проте, дослідження з високим рівнем доказовості (рівень I згідно Oxford Centre of Evidence-Based Medicine) підтримують рутинне періопераційне використання НПЗП для покращення знеболення та зниження опіоїдного навантаження у пацієнтів при оперативних втручаннях на хребті і вказують, що використання селективних ЦОГ-2 інгібіторів або короточасне використання низьких доз неселективних інгібіторів ЦОГ не впливає на розвиток спонділодезу. При цьому високі дози неселективних інгібіторів ЦОГ все одно можуть знижувати якість розвитку спонділодезу [205].

Все більше робіт демонструють ефективність ММА у хірургії поперекового відділу хребта. N. T. Kien et al. показали, що використання комбінації прегабаліна 150 мг та целекоксибу 200 мг за 2 год да операції знижують больовий синдром у післяопераційному періоді порівняно із пацієнт-контрольованою аналгезією опіатами [206]. С. Cozovicz et al. у результаті ретроспективного дослідження 265 000 операцій на поперековому відділі хребта довели опіоїд-зберігаючий ефект НПЗП/інгібіторів ЦОГ-2 у складі мультимодальної періопераційної анестезії [207].

Нещодавні дослідження Chavush M, et al. показали, що передопераційне призначення прегабалінів в якості премедикації достовірно знижує потребу у компонентах внутрішньовенної анестезії та у препаратах для післяопераційного знеболення [208]. Продемонстрований також анксиолітичний ефект прегабалінів як у дослідах на тваринах [209,192], так і у клінічній практиці [210,211]. При цьому цей ефект відрізняється за механізмом дії від традиційно використовуваних бензодіазепінів – він заключається у пригніченні нейрональної збудливості. Прегабаліни пригнічують викид нейротрансмітерів, що є відповідальними за патологічну тривожність, таких як глутамат та моноамінові нейротрансмітери. Точками максимального зв'язування прегабаліну у центральній нервовій системі є кора, нюхові луковиці, гіпоталамус, гіпокамп, задні роги спинного мозку [212]. За даними метааналізу M. Grant et al. [213] включення прегабаліну до складу

мультимодальної аналгезії достовірно приводить до зниження частоти післяопераційної нудоти та блювання.

Крім НПЗП до складу ММА пропонуються й інші компоненти [214]. R. V. Nielsen виявив, що введення 16 мг дексаметазона перед вертебрологічною операцією значно знижує больовий синдром при післяопераційній мобілізації хворих. Проте, загального опіод-зберігаючого ефекту виявлено не було. Більше того, больовий синдром у групі дексаметазону через 1 рік був значно сильнішим, ніж у групі плацебо. При дослідженні знеболюючого потенціалу кетаміну було виявлено, що останній при введенні інтраопераційно у субнаркотичних дозах призводить до значного зниження використання наркотичних аналгетиків та персистенції больового синдрому через 6 місяців після операції.

Залишається дискусійним й питання впливу методу анестезії на якість післяопераційного знеболення при оперативних втручаннях на хребті [215,216]. Цікаво, що у 2016 та у 2017 рр. були опубліковані 2 метааналізи, що порівнювали використання загальної та регіонарної анестезії при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта з протилежними результатами щодо впливу виду анестезії на післяопераційний больовий синдром та післяопераційна нудота та блювання (ПОНБ). У дослідженні A. Zorrilla-Vaca et al. [215] проведений метааналіз 15 рандомізованих контрольованих досліджень (961 пацієнт) з порівнянням регіонарних методик (спінальна або епідуральна) та загальних (внутрішньовенна та інгаляційна). Метааналіз не виявив достовірної різниці у силі післяопераційного болю та потреби у аналгетиках між групами. У дослідженні T. Meng et al. [216] був проведений метааналіз 8 рандомізованих контрольованих досліджень (625 пацієнтів) з порівнянням спінальної анестезії та загальної анестезії (внутрішньовенна та інгаляційна). Метааналіз продемонстрував зниження потреби в аналгетиках у палаті пробудження у групі спінальної анестезії. У той же час загальна потреба в аналгетиках достовірно не відрізнялась між групами. Обидва метааналізи показали, що у групі регіонарної анестезії достовірно нижчим був рівень ПОНБ.

Зростаюча доказова база щодо використання мультимодальної аналгезії у хірургії хребта дозволяє її широко впроваджувати у клінічну практику, тим самим знижуючи потребу у наркотичних аналгетиках, забезпечуючи ранню мобілізацію пацієнта з мінімумом побічних ефектів [205]. Високу ефективність та безпечність ММА у хірургії поперекового відділу хребта показало нещодавно завершене рандомізоване клінічне подвійне сліпе дослідження при підтримці АО Spine [217]. Автори показали, що використання комбінації парацетамол/кеторолак/прегабалін призводить до зменшення потреби у наркотичних аналгетиках, значно пришвидшує мобілізацію пацієнтів та зменшує тривалість знаходження у стаціонарі.

Дані одного з останніх оглядів рекомендують для ММА у спінальній хірургії габапентиноїди, кетамін та опіоїди. Використання НПЗП є спільним рішенням анестезіолога та хірурга [218]. Обґрунтування включення прегабаліну у склад премедикації при хірургії хребта наведено й у роботі науковців з Індії [219]. Ці дані підтверджують перспективність впровадження ERAS протоколів, частиною яких є використання мультимодальної аналгезії, у хірургію поперекового відділу хребта та подальші наукові дослідження для оцінки їх ефективності та безпечності.

Ще одним перспективним напрямком ММА є інтратекальне введення опіоїдів, зокрема морфіну. Цей метод не є новим та має суттєві обмеження, які стосуються побічної дії інтратекального морфіну – свербіжу, відтермінованої депресії дихання, нудоти та блювоти. Проте, Wang Y, et al. у дослідженні що опубліковано у 2020 році, визначили дозу інтратекального морфіну, яке забезпечувало відмінне післяопераційне знеболення без характерних побічних ефектів. Вони вводили інтратекально 0,2 мг морфіну у 2 мл натрію хлориду (без місцевого анестетика) і показали, що така доза статистично значуще знижувала потребу у знеболенні інтраопераційно та протягом 72 годин післяопераційного періоду. Головним обмежуючим фактором даного методу був ІМТ – вони не застосовували його у пацієнтів з ІМТ більше 35 кг/м<sup>2</sup>, оскільки ці пацієнти є значно більш схильними до розвитку синдрому сонного апное. Доречі, жодного

випадку післяпункційного головного болю зафіксовано не було [220]. У той же час у іншому дослідженні показано, що доза 0,3 мг морфіну інтратекально значуще підвищує ризик розвитку специфічних побічних ефектів [221].

Цікаві дані отримані S. K. Oh et al. [222] щодо впливу ще одного компонента анестезіологічного забезпечення – м'язових релаксантів – на вираженість післяопераційного больового синдрому. Вони виявили, що пацієнти, що знаходились під час оперативного втручання в умовах глибокої релаксації мали достовірно менший післяопераційний біль та потребували меншу кількість опіоїдів у післяопераційному періоді, ніж пацієнти, що отримували релаксанти лише для індукції і не отримували її під час анестезії. Автори пояснюють свої дані тим, що під час операції без достатньої релаксації потрібна більша сила для ретракції тканин, що призводить до більшого їх ушкодження.

Дуже перспективним вважаємо розвиток регіонарних технологій у післяопераційному знеболенні після вертебрологічних операцій. Одна із таких методик описана у роботах A. Spivak [223] та H. Ueshima [224]. Розробляються та впроваджуються методики блокади задніх гілочок спинномозкових нервів за допомогою ультразвукової візуалізації (рис. 1.16). Інші автори не бачать переваг селективних блокад перед звичайною інфільтрацією післяопераційної рани розчином місцевого анестетика [225].

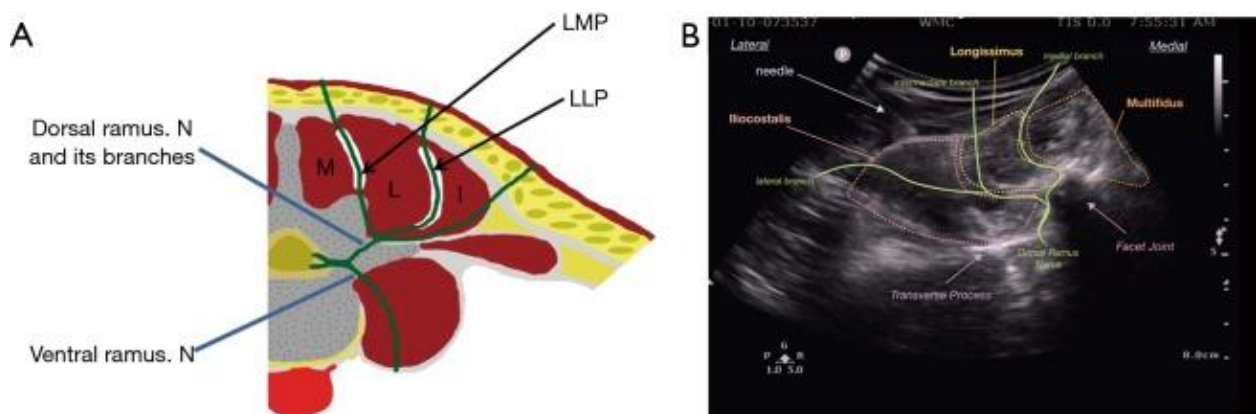


Рисунок 1.16 – Варіанти блокади дорзальних гілочок спинномозкових нервів (за A. Spivak et al.)

Відомо, що компоненти знеболення та премедикації можуть впливати на ранні та пізні когнітивні функції. У міжнародному багатоцентровому дослідженні ISPOCD2 (2000) показано, що частота ранньої післяопераційної когнітивної дисфункції (ПОКД) після некардіохірургічних оперативних втручань в умовах загальної анестезії у пацієнтів середнього віку складає 19,2 % випадків, а стійкої ПОКД – 6,2 % випадків. Упродовж 1–2 років ПОКД зберігається у 10,4 % пацієнтів та у 1–2 % й після 2 років [226]. При дослідженні когнітивних функцій після операцій на грудному та поперековому відділі хребта в умовах загальної та загальної плюс епідуральної аналгезії були виявлені наступні закономірності [227]. Дослідження із використанням шкали MMSE (Mini-Mental State Examination) виявила незначне зниження когнітивних функцій у групі загальної анестезії у першу добу, проте на третю добу когнітивні функції у всіх пацієнтів достовірно не відрізнялись від передопераційного рівня. МоСА (Montreal Cognitive Assessment) тест виявив значне зниження когнітивних функцій у всіх пацієнтів у першу післяопераційну добу з повним відновленням на 3 добу у пацієнтів, що отримували додатково епідуральну аналгезію. Отже, ймовірно, не вид анестезії, а більшою мірою склад препаратів для післяопераційне знеболення впливає на когнітивні функції після операції.

Цікаві дані щодо післяопераційного делірію після ортопедичних операцій наводять дослідники з Кореї [228]. Усього ретроспективно проаналізовано 3611 пацієнтів, з яких у 4,76 % виник післяопераційний делірій, найчастіше у пацієнтів після 80 років (13 % пацієнтів). За таких умов на частоту післяопераційного делірію значною мірою впливав метод анестезії: 6,5 % після загальної анестезії та лише 0,47 % після спінальної. На його розвиток значно впливала тривалість оперативного втручання, етіологія захворювання (при травмах в 2,5 рази частота вище). Після оперативних втручань на хребті частота делірію майже не відрізнялась від інших операцій та дорівнювала 4,46 %.

Останні дані авторів із США щодо частоти післяопераційного делірію після різних ортопедичних втручаннях вказують на високу його частоту саме

після вертебрологічних операцій: 3,3% порівняно з 0,8% при ендопротезуванні кульшового суглобу та 1,2% при ендопротезуванні колінного суглобу [229]. Автори виявили фактори ризику розвитку даного ускладнення саме для цієї категорії пацієнтів: вік більше 65 років, застосування парентерального діазепаму, хронічна наркотична та алкогольна залежність та післяопераційне призначення тіаміну. При цьому вид анестезії суттєво не впливав на ці показники.

### **1.10 Вплив перебування в прон-позиції на функціональні системи організму пацієнта**

Положення тіла на животі було визнано постуральним фактором, який може призвести до порушення регуляції артеріального тиску і стати новим предиктором слабкості серцево-судинної системи [230]. Були проведені обстеження 103 здорових осіб [231] в положенні «сидячи вертикально», «лежачи на животі» (прон-позиція), «лежачи на лівому боці» та «лежачи на правому боці». Були проведені заміри насичення крові киснем та ЧСС через кожні 10 хвилин в кожному положенні. Встановлено, що в вертикальному положенні у сидячих на стільці середнє насичення киснем було значно вищим, ніж при лежанні на правому чи лівому боці. Насичення киснем в 5 положеннях було вищим у жінок, у осіб до 35 років, у осіб з індексом маси тіла меншим ніж 25 кг/м<sup>2</sup>. Найбільш низька оксигенація відмічалась в положенні «лежачи на спині».

В порівнянні з положенням «на спині» розміщення пацієнтів в прон-позиції забезпечує більш рівномірний розподіл дихального об'єму, частково за рахунок змін вертикального градієнта плеврального тиску, який стає більш негативним в дорзальних ділянках [232].

Існують посилання на те, що у пацієнтів, які перенесли операцію на поперековому відділі хребта, часто виникає тахікардія, гіпертонія, кашель і втрата контролю, коли пацієнт перевертається на спину. Положення «на животі» може сприяти більш плавному вставанню та меншій гемодинамічній стимуляції [233].

Серцево-судинні відхилення у ранньому періоді після операції на поперековому відділі хребта в положенні « лежачи » зустрічаються дуже рідко. За 20 років в спеціальній літературі були опубліковані 6 випадків, коли у пацієнтів спостерігали брадикардію, гіпотонію і асистолію різного ступеня проявів, що ймовірно були обумовлені інтраопераційними маніпуляціями з твердою мозковою оболонкою. Ці дані були інтерпретовані як потенціальний спинально-серцевий рефлекс [234].

Прон-позиція асоціюється з підвищенням серцевого індекса від 18% до 22%. Повернення з «прон-» до «супін-» позиції супроводжується легкою гемодинамічною недостатністю [233,235].

Положення на животі рекомендують пацієнтам з гострим респіраторним дістрес-синдромом середнього і важкого ступеню. Положення на животі може покращити артеріальну оксигенацію за рахунок кращого співвідношення вентиляції та перфузії, зниження трансмурального тиску і підвищення податливості легень [236].

Разом з цим , ускладнення, які пов'язують з хірургічним положенням на животі під час планової операції на хребті, можуть стати причиною серйозної захворюваності пацієнтів. Хоч більшість з цих ускладнень є рідкісними, діапазон можливих захворювань широкий і включає декілька функціональних систем та органів. Серед них зустрічається перипераційна втрата зору, яка може виникнути із-за ішемії зорового нерва, сітківки чи кори головного мозку [237].

Втрата зору у пацієнтів в прон-позиції під час операції є нечастою і асоціюється , як правило, з ішемічною оптичною нейропатією. Цей ефект може бути обумовленим тривалим підвищенням тиску в венозних судинах голови. Факторами ризику розглядають чоловічу стать, ожиріння, використання рами Вільсона, тривале хірургічне втручання, більшу втрату крові і знижений вміст коллоїдів відносно кристалоїдів у введеній рідині [238].

Пошкодження периферичних нервів може бути викликаним тривалою тракцією плечового сплетіння і спостерігається більш часто. Пролежні та компартмент-синдром є рідкісними проявами морфологічних ускладнень. Також

рідко виникає ішемія стегнової артерії і аваскулярний некроз головки стегнової кістки.

Розглядаючи в порівняльному аспекті особливості протікання під наркозом хірургічних втручань у пацієнтів, що знаходяться в сидячому положенні в шезлонгу, Soeding P.F. et al. (2011) відмічають, що в цих випадках виникає ризик зниження мозкового кровотоку, особливо при супутній гіпотонії.

У випадках, коли середній АТ вище 70 мм рт.ст, мозкове кровопостачання зберігається, що свідчить про збережену ауторегуляцію [239]. Етіологією важких неврологічних ускладнень, пошкоджень ЦНС, в таких випадках часто служить гіперфузія головного мозку, що виникає після зміни положення тіла під загальною анестезією [240,241].

Слід відмітити, що положення «лежачи на животі» з повернутою вбік головою викликає зниження середнього мозкового кровотоку в середній мозковій артерії і вказує на те, що оптимальна перфузія мозку вимагає центрування голови [242].

Результати порівняльного аналізу гемодинамічних показників в 2 групах пацієнтів, яких оперували в колінно-пекторальному положенні або на рамі Вільсона, свідчать, що в I<sup>й</sup> групі колінно-пекторальне положення викликало значні зміни АТ і ЧСС, в той час, як в II<sup>й</sup> групі достовірних змін АТ і ЧСС не відмічали [243].

У пацієнтів з шийною мієлопатією і вегетативною дисфункцією анестезія в прон-позиції здатна викликати гемодинамічні зміни (гіпотензія, зниження ЧСС і периферичного опору). Гіпотензія статистично корелює з числом рівнів спінальної компресії спинного мозку [244].

У нормотоніків анестезія в прон-позиції асоціюється з мінімальними змінами гемодинаміки, низькою частотою інцидентів кашлю, ларінгоспазму і рухових порушень [245].

У пацієнтів I і II стадії по ASA, які перенесли шийну чи поперекову ламінектомію під загальною анестезією в прон-позиції, відмічали значне

зниження динамічного розтягнення легень і значне підвищення тиску в дихальних шляхах [246].

Під час загальної чи спінальної анестезії у 20 пацієнтів з фізичним статусом I і II по ASA, яким була призначена планова операція на поперековому відділі хребта в положенні «лежачи», визначали показники енергетичного спектру ЧСС, ЧСС і АТ. Було встановлено, що положення «лежачи» призводило до значного зростання ЧСС у спінальній групі і значного зниження АТ в групі загальної анестезії. Збереження рівня АТ в положенні «лежачи на животі» у пацієнтів під час низької спінальної анестезії дозволяє передбачати краще збереження компенсаторних механізмів вегетативної нервової системи в результаті застосування низької спінальної анестезії, ніж при загальній анестезії [247].

Відомо, що зміна положення тіла пацієнта під час загальної анестезії може викликати гіпотонію. Був проведений аналіз даних 179 пацієнтів, яким було здійснено хірургічне лікування хребта. Гіпотензія, що була пов'язана зі зміною положення тіла з прон-позиції на спину, виникла у 16 (8,9 %) осіб. Прогностичними факторами гіпотонії, пов'язаної зі змінами положення тіла, були високий АТ та використання бета-блокаторів [248].

Важливо вказати на можливий вплив положення тіла на гемодинаміку у пацієнтів групи високого ризику, зокрема у тих, що перенесли операцію аорто-коронарного шунтування. У пацієнтів, які під час штучної вентиляції легенів знаходились в горизонтальному положенні з опущеною головою відмічали покращення гемодинаміки [249].

Слід відмітити, що в таких випадках застосування з профілактичною і лікувальною метою препарату «Sugammadex» не виявило позитивного ефекту цього засобу у пацієнтів, які перенесли операцію в прон-позиції [250,251].

## 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження проводились у клініці ДУ "Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України" (акредитаційний сертифікат від 20.04.2021 р. по 18.04.2024 р. за № 11656).

Діагностичне обстеження (відділ патофізіології та функціональної діагностики, свідоцтво про відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012/2005 № 01-0144/2019 від 05.11.2019 р.) проведені на 254 пацієнтах з дегенеративними захворюваннями поперекового відділу хребта (поперековий остеохондроз, дегенеративний сподилолістез, стеноз хребтового каналу), віком від 18 років до 75 років. Положення пацієнта під час запланованого оперативного втручання у прон-позиції.

На етапі планування дослідження, згідно з Гельсінкською декларацією, усіх пацієнтів та здорових добровольців було проінформовано щодо мети, методів та дизайну дослідження. Пацієнти особисто добровільно письмово підтверджували свою згоду на участь у дослідженні: клінічне обстеження, збір матеріалу для проведення лабораторних досліджень, заповнення анкет та опитувальників.

Критеріями виключення хворих із дослідження були:

- Ускладнений анестезіологічний та алергологічний анамнез;
- ургентність операції;
- анестезіологічний ризик за ASA – IV - V ступінь;
- відмова хворого від участі в дослідженні;
- відсутність можливості забезпечення дослідження;
- серцева недостатність ІІб ст. або фракція викиду 45 % та нижче;
- цукровий діабет;
- онкологічне захворювання;
- коагулопатія природжена або набута.

Гендерний розподіл хворих: чоловіки – 137 пацієнтів (53,9 %); жінки - 117 пацієнок (46,1 %). Середній вік пацієнтів склав  $(43,9 \pm 11,3)$  роки, середній індекс маси тіла –  $(25,8 \pm 4,0)$  кг/м<sup>2</sup>.

Дослідження включали використання низки інструментальних методів:

– **Клінічні методи дослідження.** При надходженні до клініки пацієнтам проводився збір анамнезу, фізикальне обстеження, вимірювання антропометричних даних.

Для розрахунку ІМТ використовували наступну формулу:

$$\text{ІМТ} = \text{маса тіла (кг)} / \text{зріст (м)}^2$$

Для оцінки нутритивного статусу використовували загальноприйнятту градацію (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Градація нутритивного статусу

Оцінка маси тіла	ІМТ, кг/м <sup>2</sup>
Знижена маса тіла	18,5 та менше
Нормальна маса тіла	18,6 – 25,0
Підвищена маса тіла	25,1 – 30,0
Ожиріння I ступеню	30,1 – 35,0
Ожиріння II ступеню	35,1 – 40,0
Ожиріння III ступеню	40,1 та більше

Для передопераційної оцінки анестезіологічного ризику усі пацієнти були оцінені за шкалою ASA. Усі пацієнти відносились до I – III класу анестезіологічного ризику за шкалою: клас I – практично здорові особи; клас II – пацієнти з легким системним захворюванням, III – пацієнти з системними розладами, що обмежують активність, але не призводять до інвалідності.

### **Методи інтраопераційного знеболення та інфузійної терапії.**

Предопераційна підготовка пацієнтів за концепцією ERAS та включала низку заходів:

- а) Напередодні операції проводився огляд анестезіологом та психологічна підготовка хворого для зниження психологічного стреса, який здатен істотно погіршити результати хірургічного лікування. Пацієнтам надавалась детальна інформація про хірургічне втручання й

анестезіологічне забезпечення, опис того, що з ними буде відбуватися в періопераційному періоді, інформували про дослідження та отримували добровільну згоду для участі у ньому.

- б) Пацієнти витримували стандартний 6-годинний режим обмеження твердої їжі, а також припинення вживання прозорої рідини за 2 години до операції.
- в) Усім пацієнтам в умовах операційної було катетеризовано периферичну вену для проведення інфузійної терапії, налагоджувався стандартний неінвазивний моніторинг АТсист, АТдіас, ЕКГ-моніторинг серцевого ритму, пульсоксиметрія, термометрія, реокардіографія.
- г) За 30 хв до початку анестезії усім пацієнтам призначали антибіотикопрофілактику та продовжували її протягом 3 діб післяопераційного періоду.
- д) Усі пацієнти отримували рідинне переднавантаження з використанням 6 мл/кг мл збалансованого кристалоїдного розчину.
- е) Для вирішення завдання вивчення особливостей перебігу спінальної анестезії у прон-позиції, пацієнти групи СА (n = 144) були розподілені на 3 підгрупи (табл. 2.2):
  - 1) Підгрупа ГБ5. Пацієнтам цієї підгрупи (n = 48) спінальну анестезію виконували гіпербаричним розчином бупівакаїну 0,5 % у проміжку L2-L3 у положенні сидячі голкою G25. Розчин анестетика вводили впродовж 20 с після чого пацієнт швидко вкладався на спину у горизонтальне положення з подушкою під головою строго на 5 хв. Через 5 хв пацієнт перевертався у прон-позицію за допомогою медичного персоналу;
  - 2) Підгрупа ГБ10. Пацієнтам цієї підгрупи (n = 48) виконувалася анестезія за такою саме методикою, проте пацієнт знаходився у горизонтальному положенні строго 10 хв, після чого повертався персоналом у прон-позицію;

- 3) Підгрупа ІБ. Пацієнтам цієї підгрупи ( $n = 48$ ) спінальна анестезія виконувалася ізобаричним розчином бупівакаїну 0,5 % у проміжку L2-L3 у положенні сидячі голкою G25. Розчин анестетика вводився протягом 20 с після чого пацієнт вкладався у прон-позицію самостійно.
- ж) Поворот пацієнта у прон-позицію проводився 4 медичними працівниками за стандартизованою методикою [11], яка включала наступне:
- 1) перевірка релаксації, якщо пацієнт знаходиться в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії;
  - 2) перевірка безпеки очей (закриті та заліплені), якщо пацієнт знаходиться в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії;
  - 3) від'єднані усі датчики: ЕКГ, неінвазивний артеріальний тиск, пульсоксиметр;
  - 4) медичний персонал розташований наступним чином: лікар-анестезіолог повертає голову, лікар-хірург 1 повертає грудну клітку, лікар-хірург 2 повертає таз, медична сестра повертає ноги. Команду до початку маневру голосно віддає лікар-анестезіолог. Поворот здійснюється убік апарату ШВЛ;
  - 5) після повороту перевіряється вентиляція, проводиться аускультация легень для верифікації правильності знаходження інтубаційної трубки, під'єднуються усі датчики, проводиться вимірювання параметрів гемодинаміки.
- з) Під час операції усі пацієнти групи СА з метою атараксії отримували діазепам 5 мг внутрішньовенно.

Таблиця 2.2 – Характеристика пацієнтів групи СА в залежності від методики виконання спінальної анестезії,  $M \pm SD$ ,

Показник	Підгрупа ГБ5, (n=48)	Підгрупа ГБ10, (n=48)	Підгрупа ІБ, (n=48)
Чоловіки, % Abs, $P \pm Sp$	28 (58,3 $\pm$ 7,1 )	26 (54,2 $\pm$ 7,2 )	25 (52,1 $\pm$ 7,2 )
Жінки, % Abs, $P \pm Sp$	20 (41,7 $\pm$ 7,1 )	22 (45,8 $\pm$ 7,2 )	23 (47,9 $\pm$ 7,2 )
Вік, роки	46,7 $\pm$ 10,2	45,5 $\pm$ 12,1	47,1 $\pm$ 9,7
Зріст, см	174,2 $\pm$ 7,5	175,7 $\pm$ 8,1	173,1 $\pm$ 7,2
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	26,3 $\pm$ 3,2	26,6 $\pm$ 2,8	25,9 $\pm$ 3,3

За демографічними показниками достовірної різниці між групами виявлено не було ( $p > 0,05$ ).

- Для отримання достовірних даних у цьому дослідженні ми оцінювали сенсорний рівень за остистими відростками хребців на які розповсюджувався сенсорний блок. Усі пацієнти отримували 3,5 мл 0,5 % розчину бупівакаїну.
- Після закінчення операції пацієнти переводились до палати пробудження до реверсу спінальної анестезії до рівня моторного блоку Bromage 1.

Пацієнти групи ТВА були оперовані в умовах загальної внутрішньовенної анестезії з штучною вентиляцією легень. Індукція: фентаніл 0,1 мг, пропофол 2,5 мг/кг, сукцинілхолін 1,5 мг/кг, атракуріуму бесилат 0,5 мг/кг. Оротрахеальна інтубація трахеї проводилася в умовах прямої ларингоскопії.

Під час операції проводилась штучна вентиляція легень за напіввідкритим контуром наркозною станцією Felix Visio Integra з наступними параметрами: режим Volume Control Ventilation, дихальний об'єм із розрахунку 6 мл/кг ідеальної маси тіла, частота дихання від 12 до 14 за хвилину,  $FiO_2$  40 %, позитивний тиск наприкінці видиху 0 мм рт.ст. Ідеальна маса тіла розраховувалась для чоловіків за формулою:

$$P = 50 \text{ кг} + (T - 150) * 0,75,$$

де P – ідеальна вага, T – ріст у см.

Для жінок: з ідеальної маси тіла чоловіка відняти 3,5 кг. Дані параметри дозволяли усім пацієнтам підтримувати сатурацію артеріальної крові киснем ( $SpO_2$ ) на рівні від 98 до 100% та парціальний тиску вуглекислого газу у видихуваному повітрі ( $EtCO_2$ ) – від 30 до 40 мм рт.ст. Преек у жодного пацієнта не перевищував 22 см водн. ст. Підтримання анестезії проводилось контрольованою інфузією пропофолу від 4 до 9 мг/кг/год та болюсними введеннями фентанілу по 0,1 мг. Повторні болюси м'язових релаксантів вводились кожну годину або частіше залежно від клінічної потреби.

У всіх випадках пацієнти прокидалися та були екстубовані в операційній з подальшим трансфером до палати пробудження.

Інфузійна терапія усім пацієнтам проводилася за принципом Goal-Directed Fluid Therapy, а саме обмеження швидкості й, у такий спосіб, обсягу інфузійної терапії та, завдяки використанню вазопресорів, усунення гіпотензії та зниження серцевого викиду. Цілеспрямована рідинна терапія проводилася під контролем показників продуктивності серця (серцевий індекс) й артеріального тиску. У нашому дослідженні пацієнти інтраопераційно отримували базисну інфузію ізотонічними збалансованими кристалоїдами з розрахунку 6 мл/кг/год плюс корекція крововтрати. При зниженні САТ нижче 60 мм рт. ст. пацієнтам додавали болюс ізотонічного розчину гідроксиетильованого крохмалю 6 % 130/0,42 100–150 мл [223]. Загальна доза розчинів гідроксиетилкрохмалю у жодного пацієнта не перевищувала 500 мл. Якщо після волемічного навантаження САТ залишався зниженим (нижче 60 мм рт. ст.) – призначалися симпатоміметики.

Цільовий показник інтраопераційної температури пацієнта підтримувався на рівні 36°C. Для цього усі інфузійні розчини підігрівалися у термостаті до температури 38°C, використовувалось активне зігрівання пацієнта, проводився моніторинг температури тіла з розташуванням датчика у назофарингеальній зоні.

Положення пацієнта на операційному столі забезпечувало вільне провисання живота за допомогою спеціальних валиків (рис. 2.1). Кути у плечовому та ліктьовому суглобах не перевищували  $120^\circ$ .



Рисунок 2.1 – Положення пацієнта на операційному столі.

Хворим в усіх випадках виконувалась транспедикулярна фіксація двох або трьох хребців, а також, в залежності від характеру патології, проводились видалення міжхребцевої кили, форамінальної кили, вправлення хребця при спондилолітезі, декомпресія спинномозкового каналу, усунення звуження при спінальному стенозі, резекція суставних поверхонь дуговідросткових суглобів.

Усіх пацієнтів було розподілено на 2 основні групи (використовувався метод відкритої простої рандомізації):

- група СА (n=144) – пацієнти, яким оперативне втручання виконували в умовах спінальної анестезії;
- група ТВА (n=110) – пацієнти, яким оперативне втручання виконували в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії з ШВЛ. Розподіл пацієнтів на групи подано в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Загальна характеристика пацієнтів досліджуваних груп

Показник		Група СА (n = 144)	Група ТВА (n = 110)
Стать	Чоловіки, %, P ± Sp	79 (52,7 ± 4,8)	58 (56,2 ± 4,8)
	Жінки, %, P ± Sp	65 (47,3 ± 4,8)	52 (43,8 ± 4,8)
Вік, роки, M ± SD		46,5 ± 9,7	47,3 ± 13,1
Індекс маси тіла, кг/м <sup>2</sup> , M ± SD		26,4 ± 3,5	27,0 ± 4,2
Анестезіологічний ризик, ASA, M ± SD		1,8 ± 0,2	1,7 ± 0,3
Кількість пацієнтів > 60 років, %, P ± Sp		25 (17,4 ± 3,2)	18 (16,4 ± 3,5)

Антропометричні дані між групами достовірно не відрізнялись, в обох групах переважала кількість чоловіків, більше половини пацієнтів мали надлишкову вагу, а кожен п'ятий страждав ожирінням (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Розподіл пацієнтів у групах за ІМТ, P ± Sp.

Індекс маси тіла	Група СА (n = 144)	Група ТВА (n = 110)
Нормальна маса тіла (ІМТ ≤ 24,9 кг/м <sup>2</sup> )	63 (43,7 ± 4,1 %)	41 (37,3 ± 4,6 %)
Підвищена маса тіла (ІМТ 25,0 – 29,9 кг/м <sup>2</sup> )	56 (38,9 ± 4,1 %)	47 (42,7 ± 4,7 %)
Ожиріння (ІМТ ≥ 30 кг/м <sup>2</sup> )	25 (17,4 ± 3,2 %)	22 (20,0 ± 3,8 %)

При аналізі наявності серйозної супутньої патології, яка б могла вплинути на результати дослідження, достовірної різниці між групами за цим критерієм не було.

Таблиця 2.5 – Дизайн дослідження

Етап дослідження	Групи пацієнтів	Підгрупи пацієнтів	Досліджувані показники
Передопераційне обстеження	Усі пацієнти	ІМТ $\leq$ 25 кг/м <sup>2</sup> ІМТ $>$ 25 кг/м <sup>2</sup>	Показники гемодинаміки та варіабельності серцевого ритму Больовий синдром Передопераційна тривожність Когнітивні функції Oswestry Disability Index
Від початку анестезії до розрізу	ТВА		Показники гемодинаміки Розподіл місцевого анестетика
	СА	ГБ5	
		ІБ	
Від розрізу до кінця оперативного втручання	ТВА		Показники гемодинаміки Тривалість операції Крововтрата
	СА		
	СА	ММА	
		ММА	
Післяопераційний період: 3, 7, 10 доба	ТВА	С3	Больовий синдром Когнітивні функції Oswestry Disability Index
		ММА	
	СА	С3	
		ММА	

На фінальному етапі дослідження був розроблений алгоритм вибору метода анестезії при виконанні оперативних втручань на поперековому відділі хребта, для оцінки ефективності якого було додатково обстежено 30 пацієнтів, яким вибір анестезії проводили згідно розробленого алгоритму, та порівнювали їх з 30 пацієнтами, яким цей вибір був стандартним.

– **Методи післяопераційного знеболення та інфузійної терапії.**

З метою виявлення оптимальної схеми післяопераційного знеболення пацієнти обох основних груп були рандомізовано розподілені на 2 підгрупи кожна.

- Підгрупа СА-С3 (n = 72) – оперовані в умовах спінальної анестезії та отримували стандартне післяопераційне знеболення;
- Підгрупа ТВА-С3 (n = 55) – оперовані в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії та отримували стандарне знеболення;

- Підгрупа СА-ММА (n = 72) – оперовані в умовах спінальної анестезії та отримували мультимодальну аналгезію;
- Підгрупа ТВА-ММА (n = 55) – оперовані в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії та отримували мультимодальну аналгезію.

За демографічними характеристиками пацієнти досліджуваних підгруп достовірно не відрізнялись.

Стандартне післяопераційне знеболення включало парацетамол 1 г внутрішньовенно 3 рази на добу та наркотичний аналгетик морфін при наявності больового синдрому більше 4 балів за візуальною аналоговою шкалою (ВАШ). Для премедикації пацієнти підгруп стандартного знеболення отримували феназепам 0,5 мг *per os* напередодні операції ввечері.

Мультимодальна аналгезія включала крім препаратів загального знеболення додатково прегабалін 75 мг *per os* напередодні операції ввечері та у перші 3 доби післяопераційного періоду та парекоксиб натрію внутрішньовенно 40 мг двічі на добу у першу післяопераційну добу. Зважаючи на седативний та виражений анксиолітичний ефект прегабаліну, пацієнти підгруп ММА бензодіазепіни з метою премедикації у передопераційному періоді не отримували.

Інфузія в першу добу після операції призначалась з розрахунку 35 мл/кг з урахуванням інтраопераційної рідини і складалася з ізотонічних збалансованих сольових розчинів. Показанням до трансфузії еритроцитів вважали рівень гемоглобіну 70 г/л та 80 г/л та нижче у пацієнтів літнього віку, проте у жодному випадку трансфузія не знадобилась.

Антикоагулянти призначались хворим з додатковими чинниками ризику чи в похилому віці, при злоякісних новоутвореннях, наявності моторного дефіциту, миготливої аритмії та тромбоемболії легеневої артерії в анамнезі (згідно Наказу МОЗ України № 329 від 15.06.2007 р. «Про затвердження клінічних протоколів надання медичної допомоги з профілактики тромботичних ускладнень в хірургії, ортопедії і травматології, акушерстві та гінекології»).

Для профілактики післяопераційної нудоти та блювання при наявності двох або більше факторів ризику (жіноча стать, не палить, наявність післяопераційної нудоти та блювання в анамнезі, використання наркотичних анагетиків) використовували дексаметазон 4 мг внутрішньовенно після початку операції та ондансетрон 4 мг наприкінці операції згідно з міжнародними рекомендаціями [261]. При появі ПОНБ пацієнти отримували ондансетрон у дозі 8 мг внутрішньовенно.

#### – Методи дослідження больового синдрому

Больовий синдром досліджувався за системою ВАШ на різних етапах спостереження, застосовуючи шкалу 100-міліметрової довжини з міліметровими розподілами, яка додатково через кожні 2 см містила слова, які характеризували інтенсивність болю: 0 – означає відсутність болю (початкова точка лінії), 2 см відповідає дескриптор «слабкий», 4 см – «помірний», 6 см – «сильний», 8 см – «дуже сильний», 10 см – «нестерпний» (кінцева точка лінії). Інтенсивність болю оцінювали у сантиметрах (рис. 2.2).

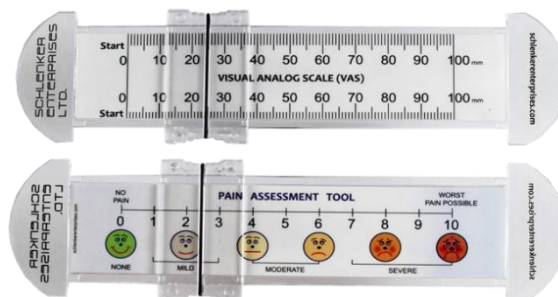


Рисунок 2.2. Лінійки для вимірювання рівня післяопераційного болю

За добу до операції досліджували інтенсивність болю за ВАШ у спокої та при рухах, досліджували нейропатичний компонент болю за шкалою DN4, проводили пресорну альгометрію. У першу добу післяопераційного періоду оцінювали рівень болю за ВАШ, розраховували загальну кількість морфіну, що отримав пацієнт, та час першої вимоги морфіну від моменту закінчення операції. Морфін пацієнту призначали у післяопераційному періоді при рівні больового синдрому за ВАШ понад 4 бали. Ефективність анагезії оцінювали за стандартними критеріями: час першої потреби у наркотичних анагетиках,

середня потреба у морфіні протягом 24 год. Больовий синдром оцінювався до операції, на 3 та 7 добу післяопераційного періоду. Оцінювали також найчастіші ускладнення раннього післяопераційного періоду: запаморочення, ПОНБ у першу та другу добу післяопераційного періоду. Зазначені показники просили оцінити самих пацієнтів від 1 балу (ознака відсутня) до 5 балів (ознака максимально виражена). Профілактику ПОНБ проводили за стандартним алгоритмом (дексаметазон 4 мг на початку оперативного втручання та ондансетрон 8 мг наприкінці операції). На третю та сьому добу післяопераційного періоду досліджували інтенсивність болю за ВАШ у спокої та при рухах та проводили пресорну альгометрію.

Для **вимірювання нейропатичного компоненту** больового синдрому ми застосовували опитувальник DN4, розроблений French Neuropathic Pain Group та складається з відповідей на 4 блоки запитань. Перші два блоки базуються на опитуванні пацієнтів, третій та четвертий – на простому клінічному дослідженні.

а) У першому питанні пацієнта просять описати біль: чи має біль одну чи декілька з наведених ознак.

- 1) Пекучий.
- 2) Стискаючий.
- 3) Боляче льодяний.
- 4) Прострілює електричним струмом.
- 5) Гостро колючий.

б) У другому питанні виявляють наявність парестезій/дізестезій у больовій зоні: чи супроводжується біль одним чи кількома симптомами у тій самій ділянці.

- 1) Поколювання голками.
- 2) Парестезії.
- 3) Оніміння.
- 4) Свербіж.

в) Питання 3 містить 4 позиції щодо сенсорного дефіциту: чи є у зоні болю:

- 1) Знижена чутливість до дотику.

- 2) Знижена чутливість до уколу.
- 3) Знижена чутливість до гарячого.
- 4) Знижена чутливість до холодного.

г) Питання 4 стосується позицій, які можуть провокувати або підсилювати біль: чи може біль бути спровокований будь-яким із зазначених подразнювачів:

- 1) Пензлем Von Frey.
- 2) Тиском.
- 3) Холодним предметом.
- 4) Гарячим предметом.

Якщо пацієнт набрав суму балів  $\geq 4$ , це розцінювали як наявність невропатичного болю.

Індивідуальну больову чутливість пацієнтів оцінювали за допомогою альгометра з використанням **метода пресорної алгометрії**, який описали Т. Johnson & Р. Watson [252]. Вимірювання проводили у поперековому відділі спини на відстані 10 см від лінії остистих відростків за добу до оперативного втручання, а також на 3 добу після операції. Кожне вимірювання проводилось двічі, але фіксувався лише другий результат. За допомогою приладу проводили дозований тиск на ділянку 1 см<sup>2</sup> шкіри спини, пацієнт відзначав момент, коли з'являлися больові відчуття (поріг болю). Якщо біль при натисканні взагалі не з'являвся, фіксувалося максимальне значення приладу (5 кг/см<sup>2</sup>). Мінімальний шаг вимірювання склав 0,5 кг/см<sup>2</sup>.

#### – **Методи дослідження гемодинаміки.**

Для моніторингу показників частоти серцевих скорочень, систолічного, діастолічного, пульсового та середнього АТ, частоти периферичного пульсу, насичення артеріальної крові киснем та для стеження за серцевим ритмом, станом електричної провідності серця, змінами процесів деполяризації та реполяризації застосовані монітори пацієнта Mediana YM-6000 (Південна Корея).

Для визначення серцевого викиду використовували **тетраполярну грудну реографію**, яка застосовується для динамічного спостереження

ударного об'єму лівого шлуночка. На підставі показників УО, ЧСС, значень АТ можуть бути розраховані основні параметри центральної гемодинаміки.

У своєму дослідженні ми використовували тетраполярну грудну реографію за G. Kubicek у модифікації J. Demange. Розташування електродів відповідало методиці проведення сучасного комп'ютерного моніторингу величини ударного об'єму серця, що отримала назву "біореактансу".

Кожна пара електродів проводила слабкий змінний струм, характеристики його при проходженні через грудну клітку зчитувалися іншими парами електродів. Біореактанс дає високу точність вимірювань незалежно від таких чинників як рух пацієнтів, їх статура, місця накладення електродів; водночас є можливість фільтрації електричних перешкод.

Дослідження показників центральної гемодинаміки неінвазивним методом біоімпедансометрії є особливо актуальним при передопераційному обстеженні пацієнтів та під час відносно малоінвазивних оперативних втручань, коли використання інвазивних методів дослідження гемодинаміки є недоречним. Багато досліджень показали їх високу точність та достовірність. Так N. Waldron et al. проводили порівняння показників ЦГД, досліджених методом біореактанса (система NIKOM), та визначених методом трансезофагеальної доплерографії, яка вважається однією з найточніших, та не знайшов достовірної різниці [154]. До аналогічних висновків прийшли й японські дослідники [155], продемонструвавши високу ефективність використання біоімпедансу для контролю гемодинаміки при оперативних втручаннях з приводу феохромацетомі. Більш раннє порівняльне дослідження вимірювання ХОК методом торакальної біоімпедансометрії та інвазивною катетеризацією легеневої артерії у кардіохірургічних хворих показали високий рівень кореляції між результатами ( $r = 0,856$ ,  $p < 0,01$ ) [156]. Можливість використання біореактансу для оцінки змін гемодинаміки при оперативних втручаннях на хребті у прон-позиції показані групою авторів під керівництвом J. Min. [157]. Проте при критичних розладах гемодинаміки даний метод показав істотні розбіжності з інвазивними методиками, що поки суттєво обмежує його

використання у даної категорії пацієнтів [158] та в умовах відділень інтенсивної терапії [159].

Ми досліджували пацієнтів, які плануються до оперативного втручання, в умовах відділу функціональної діагностики та патофізіології за допомогою 8 канального реографічного комплексу «ХАИ-Медика» (Україна) напередодні оперативного втручання з метою оцінки реакції серцево-судинної системи на поворот з положення на спині у прон-позицію. Нами були обрані наступні точки дослідження: положення на спині (ПС), прон-позиція через 5 хв після повороту (ПП5), прон-позиція через 20 хв після повороту (ПП20).

Задля виключення впливу циркадних ритмів на зміни гемодинаміки усі передопераційні дослідження виконувались о 15.00.

У роботі ми досліджували такі показники центральної гемодинаміки, як ударний об'єм, ударний індекс, серцевий індекс, загальний периферичний судинний опір.

Ударний об'єм розраховували за методом Кубічека шляхом автоматичного комп'ютерного аналізу реографічної кривої [160].

Обчислювали СІ за формулою:

$$CI = \text{ХОК/ППТ}, \text{ мл/хв} \cdot \text{м}^2$$

УІ розраховували за формулою:

$$UI = \text{УО/ППТ}, \text{ мл/м}^2$$

ЗПСО обчислювали за формулою:

$$\text{ЗПСО} (\text{Па} \cdot \text{с/см}^3) = K \cdot \text{АТдіас} \cdot (\text{Тсц} - \text{Тпв}) / \text{Тпв},$$

де: АТдіас – діастолічний АТ;

Тсц – період серцевого циклу за формулою:

$$\text{Тсц} = 60 / \text{ЧСС};$$

Тпв – період вигнання за формулою:

$$\text{Тпв} = 0,268 \cdot \text{Тсц}^{0,36} \approx \text{Тсц} \cdot 0,109 + 0,159;$$

К – коефіцієнт пропорційності, залежний від маси тіла (МТ), зросту (З) та статті людини. К = 1 у жінок при МТ = 49 кг и З = 150 см; у чоловіків при

МТ = 59 кг и З = 160 см. В інших випадках розрахунок К проводився за формулою:

Жінки: маса тіла  $\leq 49$  кг  $K = (MT \cdot Z) / 7350$ ; маса тіла  $> 49$  кг  
 $K = 7350 / (BT \cdot Z)$

Чоловіки: маса тіла  $\leq 59$  кг  $K = (MT \cdot Z) / 9440$ ; маса тіла  $> 59$  кг  
 $K = 9440 / (BT \cdot Z)$

Для перерахунку в отриманих значень із Па·с/см<sup>3</sup> у стандартні дин·с/см<sup>5</sup> застосовувався коефіцієнт переводу 1 Па = 10 дин/см<sup>2</sup>.

За такою ж методикою проводили й інтраопераційне дослідження в умовах різних видів анестезії: перед анестезією у положенні на спині, через 5 хв після повороту у прон-позицію та через 20 хв після повороту у прон-позицію. Після останнього дослідження електроди видаляли для забезпечення стерильності та доступу до операційного поля.

За допомогою даного реографічного комплексу досліджувались також тривалість фаз серцевого циклу та варіабельність серцевого ритму.

**Реєстрація варіабельності серцевого ритму** – метод, який базується на розпізнаванні і вимірюванні часових інтервалів між R-зубцями ЕКГ (R-R-інтервали), побудові динамічних рядів кардіоінтервалів і наступного аналізу одержаних числових рядів різними математичними методами. Реєстрація показників ВСР здійснювалась за допомогою комп'ютерного кардіографічного комплексу "Кардіолаб", яка включає в себе апаратну частину (багатоканальний ЕКГ-підсилювач з мікропроцесорним управлінням, система гальванічної розв'язки даних) та персональний комп'ютер "Celeron inside". Інформаційна обробка здійснювалась за допомогою програми кардіографа "Кардіолаб".

На основі отриманих даних ВСР розраховувався інтегральний показник симпато-вагального балансу за наступною формулою:

$$СВБ = LF / HF,$$

де: LF – потужність в діапазоні низьких частот (від 0,04 Гц до 0,15 Гц), що характеризує симпатичний тонус,

HF – потужність в діапазоні високих частот (від 0,15 Гц до 0,4 Гц), що характеризує парасимпатичний тонус.

– **Методи оцінки глибини моторного та сенсорного блоку.**

Характеристика моторного блоку складалася з визначення ступеня максимальної вираженості блокади, часу її досягнення та тривалості моторного блоку до відновлення можливості руху в кінцівці.

Для оцінки глибини та тривалості моторної блокади використовували **модифіковану шкалу Bromage** (табл. 2.6).

Сенсорний блок, а саме зону сегментарної анестезії, оцінювали шляхом визначення больової чутливості – використовували метод PIN-PRICK: уколами голки визначали верхню та нижню межі поширення шкірної аналгезії.

Остаточний рівень анестезії досліджувався у прон-позиції через 15 хвилин та через 3 години після виконання спінальної анестезії. Місце дослідження – лінія остистих відростків. Рівень анестезії оцінювався за остистим відростком, де не було больової та тактильної чутливості.

Таблиця 2.6 – Шкала Bromage

Відсутність моторного блоку	Bromage 0	Здатність до рухів у тазостегновому, колінному та гомілковостопному суглобах
Частковий моторний блок	Bromage 1	Здатність до рухів тільки у колінному та гомілковостопному суглобах
Помірний моторний блок	Bromage 2	Здатність до рухів тільки у гомілковостопному суглобі
Повний моторний блок	Bromage 3	Неможливість довільних рухів у колінному та гомілковостопному суглобах

**Методи психоневрологічного дослідження.**

Функціональний неврологічний дефіцит обстежуваних хворих класифікували за ступенем вираженості, використовуючи **індекс якості життя ODI**, який є чутливим при моніторингу пацієнтів з помірним і сильним обмеженням життєдіяльності внаслідок патології поперекового відділу хребта. Він дає змогу оцінити у балах вплив болю щодо самообслуговування, сну,

суспільного життя, ходіння, пересування в просторі, здатності піднімати важкі речі, час стояння та сидіння. Опитувальник складається з 10 розділів по 6 пунктів у кожному. Пацієнт має відзначити в кожному розділі лише один пункт, який найточніше відповідає його стану на момент обстеження. Лікар виставляє бали від 0 до 5. ODI розраховується за формулою:

$$\text{ODI}(\%) = (\text{сума набраних балів} : \text{максимально можлива кількість балів}) * 100$$

Максимальна кількість балів – 50, максимальний відсоток – 100.

Оцінка неврологічного дефіциту за ODI відбувалася перед операцією та на 10 добу після операції.

Когнітивні функції оцінювали за допомогою швидкого **тесту з'єднання чисел**, який дає змогу оцінити швидкість реакції уваги та є валідним для оцінки післяопераційної когнітивної дисфункції. Оцінка проводилася напередодні операції та на 3 добу післяопераційного періоду (рис. 2.3).

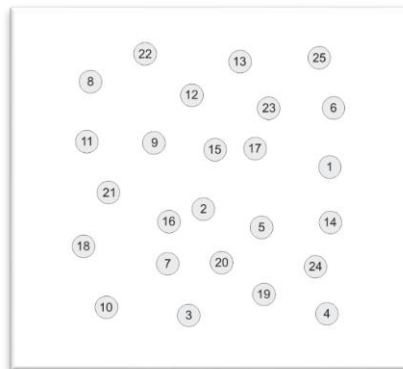


Рисунок 2.3 – Зразок тесту зв'язування чисел, що використовувався у дослідженні

Для дослідження можливої післяопераційної когнітивної дисфункції (ПОКД) також використовували й інший метод – **тест Montreal Cognitive Assessment (MoCA)**. Цей тест був розроблений як засіб швидкої діагностики, що створює можливість виявити порушення когнітивних функцій після хірургічних операцій. За допомогою MoCA можна оцінити різні когнітивні сфери: увагу, концентрацію, виконавчі функції, пам'ять, мову, зорово-конструктивні навички, абстрактне мислення, здатність рахувати й орієнтуватися (рис. 2.4).


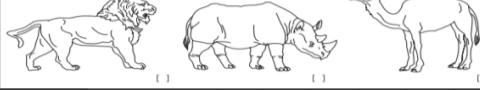
МОНРЕАЛЬСЬКИЙ КОГНІТИВНИЙ ТЕСТ (МОСА)		Ім'я: Освітня: Стать:	Дата народження: ДАТА:	БАЛІ/ІЛІ			
<b>ЛОГОВО-КОНСТРУКТИВНІ / ВИСОКІВНІ НАВИЧКИ</b> Скопіюйте куб 		Намалюйте ГОДЯЯВІК (10 клітинок на дошці тесту) (3 бали)		<input type="checkbox"/> /5			
<b>НАЗВИ</b> 		<input type="checkbox"/> /3					
<b>ПАМ'ЯТЬ</b> Прочитайте список слів. Обстежений повинен вгадати, чи є слово, навіть якщо обстежений повторить усі слова тисячі разів швидко. Запам'ятайте слова перші 3 жемини.		ОБЛІЧЧІ <input type="checkbox"/> спроба	ОКСАНІТ <input type="checkbox"/> спроба	ШКОЛА <input type="checkbox"/> спроба	РОМАШКА <input type="checkbox"/> спроба	ЧЕРНОБИЛ <input type="checkbox"/> спроба	<input type="checkbox"/> /5
<b>УВАГА</b> Прочитайте список цифр (1 цифра/слово) Обстежений повинен повторити їх у тому ж порядку Обстежений повинен повторити їх у зворотному порядку		<input type="checkbox"/> 1 2 1 8 5 4 <input type="checkbox"/> 7 4 2		<input type="checkbox"/> /2			
Прочитайте список букв. Обстежений повинен адрити доповне по стопу кожн раз при проголошенні букви А. Бали не додаються, якщо є два або більше помилок.		<input type="checkbox"/> Ф Б А С М Н А А Ж К П Б А Ф А К Д Е А А Ж А М О Ф А Л Б		<input type="checkbox"/> /1			
Серйне відхилення 7 поганоше в 100 4 або 5 правильних відповідей: 3 бали, 2 або 3 прав. відп.: 2 бали, 1 прав. відп.: 1 бал, 0 прав. відп.: 0 бали		<input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> 179 <input type="checkbox"/> 172 <input type="checkbox"/> 185		<input type="checkbox"/> /3			
<b>МОВА</b> Повторіть: Я упований в одному, тільки Боген - це той, хто може сьогодні допомогти. Як завжди повис під дивомом, коли не був у дивомі.		<input type="checkbox"/> /2		<input type="checkbox"/> /2			
<b>АБСТРАКЦІЯ</b> Сильно мв словами, наприклад, нбуку і апельсини - фрукте <input type="checkbox"/> /2		<input type="checkbox"/> /2		<input type="checkbox"/> /2			
<b>ВІДКЛАДЕНЕ ПОВТОРЕННЯ</b> Повторіть слова ВЕЗ ПІДКАЗКИ Вибір правильних слів за кожним словом без помилок.		<input type="checkbox"/> /5		<input type="checkbox"/> /5			
<b>ОПЦІЙНО</b> Категорична відповідь Словесні слів для вибору.		<input type="checkbox"/> /6		<input type="checkbox"/> /6			
<b>ОРІЕНТАЦІЯ</b> <input type="checkbox"/> Дата <input type="checkbox"/> Місяць <input type="checkbox"/> Рік <input type="checkbox"/> День тижня <input type="checkbox"/> Місце		<input type="checkbox"/> /6		<input type="checkbox"/> /6			
© Z. Nagredine MD Версія 7.1 Переклад: Труфанов Є.О. MD PhD Тестування проводили:		www.mocatest.org Версія 2.26 / 30		<b>Сума балів:</b> Додайте 1 бал, якщо освіта < 12			

Рисунок 2.4. - Анкета МоСА тесту, що використовувався у дослідженні.

– **Методи оцінки об'єму крововтрати.** Крововтрату оцінювали за різницею гемоглобіну перед операцією та після операції, а також за формулою Moore:

$$KB = OЦК_{ВИХ} * Ht_{ВИХ} - Ht_{ф} / H_{ВИХ},$$

де: KB – об'єм крововтрати (мл);

OЦК<sub>ВИХ</sub> – вихідний об'єм циркулюючої крові;

Ht<sub>ВИХ</sub> – гематокрит вихідний;

Ht<sub>ф</sub> – гематокрит фактичний після операції.

Точна оцінка крововтрати при ортопедичних операціях й досі є складним завданням. Широко використовувана формула Мооре на основі змін гематокриту вважається відносно точною лише при значній крововтраті. При незначному об'ємі крововтрати, що не перевищує 500 мл, нормальний об'єм циркулюючої крові підтримується в основному за рахунок спазму периферичних судин, веномоторного ефекту, без значущого збільшення об'єму плазми, гемодилуції, що не відзначається на рівні гематокриту і не дозволяє достовірно судити про об'єм крововтрати [36]. Останні дані літератури свідчать про високу достовірність оцінки післяопераційного зниження рівня гемоглобіну для оцінки крововтрати [37].

Ми оцінювали рівень гемоглобіну клінічним напівавтоматичним аналізатором SWELAB ALFA (Швеція) до операції та через 48 год після операції,

коли всі водні сектори поверталися до збалансованого стану еуволемії. Такі часові проміжки обрані за результатами останніх робіт з оцінки періопераційної крововтрати [38]. Саме через 48 годин після операції фіксується найнижчий рівень гемоглобіну у пацієнтів. Пацієнти, у яких за рановими дренажами за перші 24 год виділялося 200 мл рідини та більше, з дослідження виключали.

– **Методи дослідження анатомії субдурального тораколюмбального простору у прон-позиції.** Комп'ютерно-томографічна мієлографія дає змогу візуалізувати дуральний мішок та усі утворення, що знаходяться у ньому: спинний мозок, нервові корінці, кінський хвіст. Найбільшою перевагою перед магнітно-резонансною томографією є можливість спостерігати за розповсюдженням контрастної речовини у динаміці. Дана частина дослідження була обсерваційною, показаннями до проведення дослідження було уточнення вертебрологічного діагнозу та вони виставлялися лікуючим ортопедом-травматологом.

Дослідження проведене на основі **КТ-мієлограм**, наданих медичним діагностичним центром «LUX», зроблених на спіральному комп'ютерному томографі SOMATOM Emotion (виробництво «Siemens», Німеччина) з покроковою комп'ютерною томографією (КТ) (130 kV, 225 mAs), товщина комп'ютерного зрізу становила 3 мм, крок подавання стола – 3 мм у площині, паралельної міжхребцевим дискам. Вивчали усі зрізи вздовж поширення контрастної рідини.

Проводили КТ-мієлографію за стандартною методикою, що застосовувалась при обстеженні пацієнтів, що планувались до вертебрологічних оперативних втручань. Пацієнту у положенні сидячі за допомогою голки для люмбальної пункції G22 на рівні L2-L3 вводилось 10 мл рентгенконтрастної рідини ультравіст 300 (перед цим евакуювалось 5 мл ліквору). Після цього пацієнт протягом 1 хв знаходився у сидячому положенні, що дозволяло гіпербаричному контрастному розчину опуститися до розташованих нижче відділів субдурального простору. Після цього пацієнт вкладався у горизонтальне положення на спині на 2 хв, проводилось сканування грудного та поперекового

відділів хребта, а потім пацієнт повертався у положення на животі і знаходився у ньому 5 хв до початку обстеження.

Дослідження проведено на пацієнтах, які готувалися до оперативних втручань з приводу дегенеративних захворювань хребта.

Параметри препарату Ультравіст 300:

осмоляльність при 37°C – 0,59 осм/кг H<sub>2</sub>O;

щільність при 20°C – 1,328 г/мл, при 37°C – 1,322 г/мл;

pH 6,5–8,0.

Оцінювали розподіл гіпербаричної контрастної речовини та особливості структури дурального мішка та нервових структур, що в ньому знаходяться.

– **Статистичний аналіз** даних дослідження проведений у відповідності до загальноприйнятих стандартів методами математичної статистики з використанням пакету прикладних програм IBM Statistica SPSS 19.0.

Перед статистичною обробкою всі дані були перевірені на нормальність розподілу із застосуванням тесту Колмогорова-Смірнова. Залежно від результату перевірки застосовувались параметричні і непараметричні методи оцінки достовірності результатів дослідження. Для кількісних показників з нормальним розподілом первинна статистична обробка включала розрахунок середнього арифметичного (M) та стандартного відхилення (Standard Deviation, SD).

Для визначення вірогідності впливу на досліджуваний результативний показник кожного із чинників впливу в динаміці, був проведений дисперсійний аналіз ANOVA (Analysis of Variance). Аналіз ANOVA має на увазі, що середні генеральних сукупностей, з яких були вилучені вибірки, є рівними, тобто всі вони відносяться до однієї генеральної сукупності, відмінності мають випадковий характер.

Для визначення кореляційного зв'язку при нормальному розподілі даних використовувався коефіцієнт кореляції Пірсона (r). Для оцінки сили зв'язку була використана шкала Чеддока.

### 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1 Постуральні реакції гемодинаміки при зміні положення тіла з положення на спині у прон-позицію у неанестезованих пацієнтів

##### 3.1.1 Загальні напрями змін гемодинаміки людини при повороті з положення на спині у прон-позицію

При аналізі результатів обстеження усієї вибірки пацієнтів ми виявили наступні загальні закономірності (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Гемодинамічні показники при різних положеннях тіла,  $M \pm SD$

Показник гемодинаміки	Положення на спині	Прон-позиція через 5 хв	Прон-позиція через 20 хв	p
АТсист, мм рт. ст.	126,8±1,9	128,5±1,7	127,3±1,8	p>0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
АТдіас, мм рт. ст.	79,8±1,8	86,4±1,8	85,9±1,1	p<0,001 <sup>1)</sup> p<0,001 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
САТ, мм рт.ст.	95,5±1,8	100,4±1,7	99,7±1,4	p<0,001 <sup>1)</sup> p<0,001 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
ЧСС, уд./хв	73,9±2,4	78,1±2,8	77,0±1,9	p>0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами положення на спині та прон-позиція через 5 хв,

<sup>2)</sup> – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами положення на спині та прон-позиція через 20 хв,

<sup>3)</sup> – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами прон-позиція через 5 хв та прон-позиція через 20 хв.

АТсист значущо не змінювався при зміні положення на жодному етапі дослідження. АТдіас значущо збільшувався через 5 хв після повороту та залишався підвищеним до кінця дослідження (в сукупності 20 хв).

Було виявлено, що УІ знижувався в середньому на  $(14,8 \pm 3,5)\%$  (з  $(38,5 \pm 1,5)$  мл/м<sup>2</sup> до  $(32,8 \pm 1,3)$  мл/м<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ) та залишався зниженим протягом усього дослідження  $(32,5 \pm 1,3)$  мл/м<sup>2</sup>.

ППСО збільшувався у середньому на  $(13,4 \% \pm 3,4) \%$  після повороту (з  $(2830,9 \pm 119,6)$  дин сек м<sup>2</sup>/см<sup>-5</sup> до  $(3385,2 \pm 138,5)$  дин сек м<sup>2</sup>/см<sup>-5</sup>,  $p < 0,05$ ), а потім повільно знижувався до 20-ї хвилини після повороту ( $(3178,4 \pm 156,3)$  дин сек м<sup>2</sup>/см<sup>-5</sup>) (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Показники центральної гемодинаміки при різних положеннях тіла,  $M \pm SD$

Показник гемодинаміки	Положення на спині	Прон-позиція через 5 хв	Прон-позиція через 20 хв	p
УО, мл	$64,8 \pm 2,6$	$54,5 \pm 2,2$	$55,0 \pm 2,3$	$p < 0,05^{1)}$ $p < 0,05^{2)}$ $p > 0,05^{3)}$
УІ, мл/м <sup>2</sup>	$38,5 \pm 1,5$	$32,8 \pm 1,3$	$32,5 \pm 1,3$	$p < 0,05^{1)}$ $p < 0,05^{2)}$ $p > 0,05^{3)}$
ХОК, л/хв	$4,7 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,5$	$p > 0,05^{1)}$ $p < 0,05^{2)}$ $p > 0,05^{3)}$
ППСО, дин*с*м <sup>2</sup> *см <sup>-5</sup>	$2830,9 \pm 119,6$	$3385,2 \pm 138,5$	$3178,4 \pm 156,3$	$p < 0,001^{1)}$ $p < 0,001^{2)}$ $p < 0,05^{3)}$

1) – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами положення на спині та прон-позиція через 5 хв,

2) – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами положення на спині та прон-позиція через 20 хв,

3) – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами прон-позиція через 5 хв та прон-позиція через 20 хв.

Ми також виявили значущі зміни у тривалості фаз серцевого циклу (табл. 3.3), що наступали внаслідок повороту людини на живіт. Тривалість фази асинхронного скорочення збільшувалася в середньому на 35 %, а тривалість усіх фаз вигнання зменшувалася після повороту. Фаза швидкого вигнання

зменшувалася на 30 %, фаза повільного вигнання – на 7 %, загальна фаза вигнання – на 10 %.

Таблиця 3.3 – Тривалість фаз серцевого циклу при різних положеннях тіла,  $M \pm SD$

Показник гемодинаміки	Положення на спині	Прон-позиція через 5 хв	Прон-позиція через 20 хв	p
Асинхронне скорочення, с	0,0842±0,00274	0,0969±0,00246	0,0965±0,00258	p<0,001 <sup>1)</sup> p<0,001 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
Ізометричне скорочення, с	0,0298±0,00017	0,0299±0,00012	0,0298±0,00014	p>0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
Швидке вигнання с	0,0529±0,0056	0,0369±0,0039	0,0452±0,00529	p<0,01 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
Уповільнене вигнання, с	0,2268±0,0040	0,2104±0,0043	0,2191±0,0045	p<0,001 <sup>1)</sup> p<0,05 <sup>2)</sup> p<0,01 <sup>3)</sup>
Загальна систола, с	0,2714±0,0043	0,2450±0,0048	0,2551±0,0049	p<0,001 <sup>1)</sup> p<0,005 <sup>2)</sup> p<0,01 <sup>3)</sup>

1) – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами положення на спині та прон-позиція через 5 хв,

2) – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами положення на спині та прон-позиція через 20 хв,

3) – рівень статистичної значущості відмінностей між етапами прон-позиція через 5 хв та прон-позиція через 20 хв.

Ми провели дисперсійний аналіз (ANOVA) для визначення впливу віку, статі та ІМТ на зміни гемодинамічних параметрів. При цьому виявили, що ППСО найбільше збільшувалось внаслідок повороту у ПП у осіб, старших за 60 років (p=0,006). УІ найбільше знижувалось після повороту у осіб з ІМТ>25 кг/м<sup>2</sup> (p=0,04). Впливу статі на жоден показник виявлено не було. Тому ми окремо проаналізували, як змінюються показники гемодинаміки у пацієнтів з нормальною та підвищеною масою тіла.

### 3.1.2 Динаміка артеріального тиску при зміні положення тіла у пацієнтів із різним індексом маси тіла

Надмірна вага є чинником ризику розвитку різних, зокрема серцево-судинних, ускладнень у періопераційному періоді. Відомо, що ожиріння найчастіше призводить до концентричної гіпертрофії міокарду лівого шлуночка з супутньою рестриктивною діастолічною дисфункцією, збільшення переднавантаження та об'єму лівого передсердя. Виходячи з зазначеного, ми припустили, що ці зміни можуть впливати на постуральні реакції гемодинаміки людини.

При першому дослідженні, в положенні на спині, АТсист у досліджуваних з  $IMT \leq 25$  кг/м<sup>2</sup> дорівнював (124,7±20,6) мм рт. ст. Надалі достовірних змін цього показника не спостерігалось. Через 5 хв після перевертання у прон-позицію він знаходився на рівні (125,7±15,9) мм рт. ст., через 20 хв – (123,3±14,4) мм рт. ст. ( $p > 0,05$ ).

У досліджуваних з  $IMT > 25$  кг/м<sup>2</sup> також в ході дослідження АТсист не змінювався, але був достовірно вищим, ніж у пацієнтів з  $IMT \leq 25$  кг/м<sup>2</sup>. На першому етапі він дорівнював (127,4±13,2) мм рт. ст., через 5 хв після повороту у прон-позицію підвищився до (132,4±14,4) мм рт. ст., що достовірно більше ( $p = 0,01$ ), ніж у пацієнтів із нормальною масою тіла. Через 20 хв АТсист у пацієнтів з  $IMT > 25$  кг/м<sup>2</sup> практично не змінився, та дорівнював (130,8±12,6) мм рт. ст., що також достовірно більше, ніж у пацієнтів із нормальним ІМТ.

Діастолічний артеріальний тиск у обстежених з різним ІМТ розрізнявся вже при першому дослідженні. У положенні на спині у пацієнтів із нормальним ІМТ цей показник знаходився на рівні (77,3±10,0) мм рт. ст. Через 5 хв після повороту у прон-позицію він достовірно ( $p = 0,04$ ) підвищився до (84,3±8,2) мм рт. ст., а через 20 хв знизився до початкового рівня (80,3±5,8) мм рт. ст.

У пацієнтів з  $IMT > 25$  кг/м<sup>2</sup> АТдіас на всіх етапах був достовірно вище ( $p = 0,03$ ), ніж у пацієнтів з  $IMT \leq 25$  кг/м<sup>2</sup>. У положенні на спині він був на рівні (85,0±7,6) мм рт. ст. Через 5 хв після перевертання у прон-позицію АТдіас

достовірно підвищився до  $(90,6 \pm 10,6)$  мм рт. ст. ( $p=0,02$  порівняно з попереднім етапом). Через 20 хв АТдіас не змінився та був вищим від початкового  $(90,4 \pm 10,6)$  мм рт. ст.

Динаміка САТ також достовірно залежала від ІМТ. У хворих з нормальною масою тіла САТ початково знаходився на рівні  $(93,1 \pm 12,8)$  мм рт. ст. Через 5 хв після перевероту у прон-позицію САТ збільшився у цих пацієнтів до  $(98,1 \pm 9,2)$  мм рт. ст. Через 20 хв після повороту САТ знизився до  $(94,7 \pm 6,2)$  мм рт. ст.

У обстежених із збільшеним ІМТ в положенні на спині САТ складав  $(99,1 \pm 8,7)$  мм рт. ст., що достовірно вище ( $p=0,02$ ), ніж у пацієнтів із нормальною масою тіла. Через 5 хв після перевероту на живіт САТ складав  $(104,5 \pm 11,5)$  мм рт. ст. ( $p=0,01$  у порівнянні із пацієнтами з нормальним ІМТ). Через 20 хв після повороту САТ складав  $(103,9 \pm 10,6)$  мм рт. ст. без достовірної різниці по відношенню до початкового рівня ( $p>0,05$ ).

### **3.1.3 Динаміка показників центральної гемодинаміки при зміні положення тіла у пацієнтів із різним індексом маси тіла**

У положенні на спині у пацієнтів з нормальною масою тіла УІ складав  $(41,0 \pm 5,4)$  мл/м<sup>2</sup> (рис. 3.4). Через 5 хв після повороту на живіт УІ достовірно знизився до  $(35,6 \pm 4,7)$  мл/м<sup>2</sup> ( $p=0,02$ ). Через 20 хв після повороту УІ складав  $(37,3 \pm 5,3)$  мл/м<sup>2</sup> та не відрізнявся від початкового рівня достовірно ( $p>0,05$ ).

У обстежуваних пацієнтів із підвищеним ІМТ вже на початковому етапі УІ був достовірно нижче ( $p<0,001$ ), ніж у пацієнтів з нормальним ІМТ, та складав  $(36,5 \pm 3,9)$  мл/м<sup>2</sup>. Через 5 хв після перевероту він достовірно знизився до  $(29,8 \pm 3,3)$  мл/м<sup>2</sup> ( $p=0,03$ ), що також було достовірно нижче, ніж у пацієнтів з нормальним ІМТ ( $p=0,001$ ). Через 20 хв після повороту УІ складав  $(30,6 \pm 3,3)$  мл/м<sup>2</sup>, та був достовірно нижче початкового рівня ( $p=0,02$ ).

Схожа динаміка спостерігалась й у постуральних змінах серцевого індексу (рис. 3.5). У пацієнтів із нормальним ІМТ на першому етапі дослідження він знаходився на рівні  $(2,94 \pm 0,45)$  л/хв·м<sup>2</sup>. Через 5 хв після перевероту його рівень

складав  $(2,75 \pm 0,51)$  л/мин·м<sup>2</sup>, а через 20 хв  $(2,87 \pm 0,53)$  л/хв·м<sup>2</sup> без достовірних відмінностей між етапами ( $p > 0,05$ ).

У пацієнтів із підвищеним ІМТ отримані інші показники. Початковий СІ у цих пацієнтів був достовірно нижче, ніж у пацієнтів з нормальним ІМТ ( $p = 0,02$ ) та складав  $(2,57 \pm 0,38)$  л/хв·м<sup>2</sup>. Через 5 хв після перевероту на живіт СІ знизився достовірно ( $p = 0,04$ ) та склав  $(2,36 \pm 0,35)$  л/хв·м<sup>2</sup>. Через 20 хв він практично не змінився та достовірно ( $p = 0,03$ ) був нижчим за початковий рівень:  $(2,36 \pm 0,33)$  л/хв·м<sup>2</sup>.

Вищенаведені зміни були тісно пов'язані з динамікою загального периферичного судинного опору та компенсаторними можливостями міокарду.

ППСО у хворих з нормальною масою тіла на початковому етапі складав  $(2555,1 \pm 335,2)$  дин·с·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>. Через 5 хв після повороту він достовірно ( $p = 0,035$ ) підвищився до  $(2943,3 \pm 595,2)$  дин·с·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>. Через 20 хв після повороту ППСО склав  $(2706,1 \pm 442,2)$  дин·с·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> без достовірної різниці із попередніми етапами.

У досліджуваних із підвищеним ІМТ ППСО був достовірно вище ( $p = 0,02$ ), ніж у пацієнтів із нормальним ІМТ, та склав  $(3140,4 \pm 476,1)$  дин·с·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>. Через 5 хв після повороту ППСО у цих пацієнтів достовірно ( $p < 0,009$ ) збільшився до  $(3616,2 \pm 656,1)$  дин·с·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>. Через 20 хв після перевероту рівень ППСО залишався достовірно ( $p = 0,008$ ) вище початкового та складав  $(3575,6 \pm 506,2)$  дин·с·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>.

### 3.1.4 Постуральні реакції симпатoadреналової системи

Активність симпатoadреналової системи оцінювалась за рівнем симпатовагального балансу (співвідношення LF/HF). Його динаміка представлена у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Симптовагальний баланс при повороті пацієнтів на живіт у залежності від ІМТ

Етап дослідження	ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	СВБ
Положення на спині	≤ 25	1,12±0,25
	> 25	1,49±0,56
Прон-позиція 5 хв	≤ 25	1,31±0,27
	> 25	2,79±1,01 <sup>1),3)</sup>
Прон-позиція 20 хв	≤ 25	1,16±0,21
	> 25	2,53±1,06 <sup>2),3)</sup>

<sup>1)</sup> рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  порівняно з попереднім етапом,

<sup>2)</sup> рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  порівняно з першим етапом,

<sup>3)</sup> рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  при порівнянні між групами.

Як можна бачити з цієї таблиці, вихідний рівень СВБ був вище при  $ІМТ > 25$  кг/м<sup>2</sup> (1,49±0,56 проти 1,12±0,25 при  $ІМТ \leq 25$  кг/м<sup>2</sup>, проте недостовірно,  $p > 0,05$ ). Перехід у прон-позицію супроводжувався підвищенням тону симптоадреналової системи, але у пацієнтів з  $ІМТ \leq 25$  кг/м<sup>2</sup> це підвищення було недостовірним (СВБ збільшився до 1,31±0,27), тоді як при  $ІМТ > 25$  кг/м<sup>2</sup> СВБ підвищувався значно і достовірно – до 2,79±1,01 ( $p < 0,05$ ). Через 20 хвилин після повороту у прон-позицію спостерігалось недостовірне зниження СВБ в обох групах пацієнтів: при  $ІМТ \leq 25$  кг/м<sup>2</sup> – до 1,16±0,21, при  $ІМТ > 25$  кг/м<sup>2</sup> – до 2,53±1,06, що достовірне більше вихідного СВБ в цієї групі. У пацієнтів з  $ІМТ \leq 25$  кг/м<sup>2</sup> достовірних змін СВБ не спостерігалось протягом усього дослідження.

Динаміка СВБ в цілому повторювала динаміку ППСО та САТ, і це дозволяє зробити висновок, що перехід у прон-позицію призводить до підвищення активності симптоадреналової системи, ступінь якого залежить від відсутності або наявності надлишкової маси тіла. Надлишкова маса тіла ( $ІМТ > 25$  кг/м<sup>2</sup>) сприяє посиленню постуральних реакцій симптоадреналової системи, що має враховуватися при плануванні анестезіологічного забезпечення операції, що проводяться у прон-позиції.

### 3.1.5 Зв'язок показників гемодинаміки з віком та індексом маси тіла

Системи кровообігу реагує на умови життєдіяльності, які змінюються, певною мірою. Такою головною реакцією є зміна судинного тону під впливом симпатoadреналової системи, від якої зі свого боку, залежить ППСО. Відповідно до закону Франка-Старлінга, відбувається регуляція сили й частоти серцевих скорочень. Здоровий міокард здатний подолати підвищення ППСО та забезпечити необхідний для конкретних умов СВ, який сформувався за таких умов. Це стало основою для вивчення залежності ППСО та інших гемодинамічних показників, на які він впливає, від віку та ІМТ.

Початково, в положенні на спині, був слабкий позитивний кореляційний зв'язок ППСО–вік:  $r=0,37$ ,  $p<0,05$  (рис. 3.7). На подальших етапах дослідження (рис. 3.7) він був також слабким ( $r=0,30$ ,  $p<0,05$  та  $r=0,26$ ,  $p<0,05$  відповідно). Слабкий позитивний зв'язок спостерігався вік – САТ на всіх етапах дослідження: в положенні на спині  $r=0,47$ ,  $p<0,05$ , через 5 хв після повороту  $r=0,42$ ,  $p<0,05$ , через 20 хв  $r=0,32$ ,  $p<0,05$ .

Зв'язок ППСО–ІМТ виявився більш вираженим (рис. 3.8). У положенні на спині коефіцієнт кореляції Пірсона склав  $0,53\pm 0,07$ ,  $p<0,05$ , у прон-позиції через 5 хв після повороту  $r=0,45\pm 0,08$ ,  $p<0,05$ , а через 20 хв  $r=0,56\pm 0,07$ ,  $p<0,05$ .

САТ також мав з ІМТ слабкий позитивний зв'язок, коефіцієнт кореляції Пірсона відповідно до етапів дослідження складав  $r=0,33\pm 0,09$ ,  $p<0,05$ ,  $r=0,35\pm 0,08$ ,  $p<0,05$  та  $r=0,45\pm 0,08$ ,  $p<0,05$ . Проте, підвищення сили серцевих скорочень виявилось недостатнім для компенсації наслідків збільшеного ППСО, про що говорить помірний негативний кореляційний зв'язок між ІМТ та УІ: коефіцієнт кореляції відповідно до етапів спостереження склав  $r=0,62\pm 0,06$ ,  $p<0,05$ ,  $r=0,55\pm 0,07$ ,  $p<0,05$  та  $r=0,60\pm 0,07$ ,  $p<0,05$ .

У процесі дослідження гемодинамічних показників та їх залежності від ІМТ виявлено, що зайва вага сприяє підвищенню загального периферичного судинного опору. Ймовірно, причини цього співпадають з причинами більшої схильності таких пацієнтів до гіпертонічної хвороби. При нормальній масі тіла після повороту у прон-позицію ППСО збільшується, проте через 20 хв вже не

відрізняється від початкового рівня. У пацієнтів із збільшеним ІМТ периферичний судинний опір залишається підвищеним і після 20 хв. Подібна динаміка характерна і для діастолічного артеріального тиску.

Головний показник роботи серця – серцевий індекс – унаслідок повороту зі спини у прон-позицію знижувався достовірно лише у пацієнтів з надлишковою вагою і не повертався до нормальних значень до кінця дослідження. Ударний індекс знижувався достовірно у всіх обстежених, проте до 20 хв після повороту у пацієнтів з нормальною масою тіла він наближався до початкового рівня, а у пацієнтів із високим ІМТ – залишався зниженим.

Результати проведеного дослідження дають змогу дійти висновку, що компенсаторні можливості системи кровообігу при повороті з положення на спині у прон-позицію залежать від віку та індексу маси тіла, при чому остання залежність більш виражена, і це треба враховувати при плануванні анестезії у положенні пацієнта на животі.

## **3.2 Зміни гемодинаміки в різних положеннях тіла в умовах різних видів анестезії**

### **3.2.1 Прогнозування нестабільності гемодинаміки при повороті пацієнта з положення на спині у прон-позицію в умовах різних видів анестезії**

Поворот пацієнта з положення на спині у прон-позицію в умовах анестезії у більшості випадків супроводжується порушеннями гемодинаміки через одночасну дію одразу двох чинників – постуральними змінами та власне впливом анестезії на функцію серцево-судинної системи. Препарати для анестезії пригнічують компенсаторні реакції, що виникають внаслідок постуральних реакцій. З метою запобігання ускладненням нестабільність гемодинаміки потребує корекції симпатоміметиками.

Мета розділу полягає в дослідженні впливу різних видів анестезії на показники кровообігу після повороту пацієнта у прон-позицію.

Для цього нам необхідно було співставити зміни гемодинаміки, які виникають після повороту неанестезованих пацієнтів у прон-позицію, із змінами гемодинаміки, які виникають після повороту пацієнтів в умовах анестезії. Для аналізу ми відібрали пацієнтів із значними розладами гемодинаміки, яким під час операції після повороту знадобилась корекція гемодинаміки симпатоміметиками. Корекція гемодинаміки проводилась при рівні САТ нижче 60 мм рт.ст.

Корекція фенілефрином знадобилась 23 з 144 ((16,0 ± 3,1) %) хворих, оперованих в умовах СА, та жодному пацієнту, оперованому в умовах ТВА. Гемодинамічні показники цих хворих, отримані в першій частині дослідження (звіт 2021 року), були ретроспективно проаналізовані. Аналіз дав змогу виявити таку картину. Вік хворих, яким знадобилася корекція гемодинаміки фенілефрином, був достовірно нижчим за вік хворих, яким корекція гемодинаміки не знадобилася, а ІМТ – достовірно вищим (табл. 3.5).

Таблиця 3.5 – Демографічні й антропометричні показники хворих залежно від подальшої потреби у фенілефрині (M ± SD)

Корекція гемодинаміки	Вік, роки	ІМТ, кг/м <sup>2</sup>
Не проводилася (n = 121)	46,6 ± 9,7	25,4 ± 2,6
Проводилася (n = 23)	35,9 ± 8,5 <sup>1)</sup>	31,6 ± 1,9 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> p < 0,05 порівняно з пацієнтами, яким корекція не проводилася.

Достовірна різниця в цих двох підгрупах відзначена і з боку початкових гемодинамічних показників (табл. 3.2). У тих, що не потребували надалі корекції кровообігу, АТсист через 5 хв після повороту у прон-позицію підвищувався з (124,4 ± 12,7) мм рт.ст. до (127,1 ± 11,2) мм рт. ст. (p > 0,05), через 20 хв повернулося до початкового рівня ((124,9 ± 12,5) мм рт. ст.). У тих пацієнтів, яким під час анестезії була потрібна корекція гемодинаміки, початковий АТсист був достовірно вище ((138,2 ± 16,6) мм рт. ст., p < 0,05), через 5 хв він зростав до (141,9 ± 16,7) мм рт. ст., повернувшись через 20 хв після повороту до початкового значення ((138,5 ± 19,2) мм рт. ст.). На усіх етапах доопераційного

дослідження АТсист був достовірно вище у тих пацієнтів, хто потребував корекції гемодинаміки за допомогою симпатомиметиків ( $p < 0,001$ ).

АТдіас також в усіх пацієнтів підвищувався через 5 хв після повороту на живіт, проте через 20 хв він хоча і знижувався, але залишався вище за початковий рівень. При цьому у пацієнтів першої підгрупи (що не потребували згодом корекції) АТдіас на усіх етапах був достовірно ( $p < 0,001$ ) нижчим, ніж у хворих другої підгрупи (що потребували згодом корекції).

Таблиця 3.6 – Показники артеріального тиску хворих групи СА ( $n = 144$ ) залежно від інтраопераційної потреби у фенілефрині ( $M \pm SD$ )

Параметр гемодинаміки	Положення пацієнта	Потреба у корекції гемодинаміки під час операції	Значення параметру
АТсист, мм рт. ст.	На спині	–	124,4 ± 12,7
		+	138,2 ± 16,6 <sup>1)</sup>
	Через 5' після повороту у ПП	–	127,1 ± 11,2
		+	141,9 ± 16,7 <sup>1)</sup>
	Через 20' після повороту у ПП	–	124,9 ± 12,5
		+	138,5 ± 19,2 <sup>1)</sup>
АТдіас, мм рт. ст.	На спині	–	79,1 ± 8,4
		+	86,5 ± 10,0 <sup>1)</sup>
	Через 5' після повороту у ПП	–	85,5 ± 8,5
		+	94,6 ± 9,1 <sup>1)</sup>
	Через 20' після повороту у ПП	–	84,0 ± 7,4
		+	91,9 ± 8,4 <sup>1)</sup>
САТ, мм рт. ст.	На спині	–	94,2 ± 9,3
		+	103,7 ± 11,9 <sup>1)</sup>
	Через 5' після повороту у ПП	–	99,3 ± 9,0
		+	110,4 ± 11,4 <sup>1)</sup>
	Через 20' після повороту у ПП	–	97,6 ± 8,5
		+	107,4 ± 11,4

<sup>1)</sup> – різниця порівняно з пацієнтами, яким корекція гемодинаміки не проводилась, достовірна

СІ змінювався таким чином. У першій підгрупі він відповідно до етапів дорівнював ( $3,21 \pm 0,41$ ) л/хв·м<sup>2</sup>, ( $3,07 \pm 0,48$ ) л/хв·м<sup>2</sup> та ( $3,13 \pm 0,43$ ) л/хв·м<sup>2</sup>. Зниження у ПП5 було достовірним, у ПП20 відмінність від початкового рівня була вже недостовірною. У другій підгрупі цей показник знаходився відповідно

на рівні  $(2,84 \pm 0,42)$  л/хв·м<sup>2</sup>,  $(2,64 \pm 0,37)$  л/хв·м<sup>2</sup> і  $(2,64 \pm 0,38)$  л/хв·м<sup>2</sup>, причому через 20 хв після повороту СІ залишався на тому ж рівні, що і через 5 хв. На усіх етапах різниця між підгрупами була достовірною ( $p < 0,001$ ).

Таблиця 3.7 - Показники центральної гемодинаміки хворих групи СА (n=144) при передопераційному дослідженні залежно від інтраопераційної потреби у фенілефрині (M ± SD)

Параметр гемодинаміки	Положення пацієнта	Корекція гемодинаміки під час операції	Значення параметру
УІ, мл/м <sup>2</sup>	На спині	-	43,4 ± 5,4
		+	35,8 ± 5,9
	Через 5' після повороту у ПП	-	39,0 ± 5,7
		+	31,7 ± 4,6
	Через 20' після повороту у ПП	-	40,5 ± 5,4
		+	32,4 ± 4,3
СІ, л/хв·м <sup>2</sup>	На спині	-	3,21 ± 0,41
		+	2,84 ± 0,42
	Через 5' після повороту у ПП	-	3,07 ± 0,48
		+	2,64 ± 0,37
	Через 20' після повороту у ПП	-	3,13 ± 0,43
		+	2,64 ± 0,38
ППСО, дин·с·м <sup>2</sup> ·см <sup>-5</sup>	На спині	-	2373 ± 325
		+	2968 ± 494
	Через 5' після повороту у ПП	-	2645 ± 439
		+	3399 ± 581
	Через 20' після повороту у ПП	-	2537 ± 399
		+	3310 ± 534

Описані вище зміни зумовили наступну динаміку ППСО. У першій підгрупі він збільшувався через 5 хв після повороту у прон-позицію з початкових  $(2373 \pm 325)$  дин·сек·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> до  $(2645 \pm 439)$  дин·сек·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>, через 20 хв знижувався до  $(2537 \pm 399)$  дин·сек·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> (усі зміни достовірні ( $p < 0,002$ ), причому до початкового рівня ППСО не повернувся, залишаючись достовірно вище. У другій підгрупі ППСО відповідно дорівнював  $(2968 \pm 494)$  дин/м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>,  $(3399 \pm 581)$  дин·сек·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> і  $(3310 \pm 534)$  дин·сек·м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>, причому останнє

зниження не було достовірним. Відмінності в ППСО між підгрупами на усіх етапах були достовірними ( $p < 0,001$ ).

Таким чином, у пацієнтів, що потребували під час проведення СА введення  $\alpha 1$ -адреноміметиків, в передопераційному періоді спостерігалася пресорна реакція системи кровообігу, яка могла бути обумовлена як індивідуальними нейропсихологічними, так і іншими причинами, у тому числі есенціальною артеріальною гіпертензією в тій або іншій стадії її розвитку. АТсист, АТдіас та САТ на усіх етапах дослідження було достовірно вище у хворих, яким під час анестезії знадобилася корекція гемодинаміки. УІ і СІ були на усіх етапах дослідження достовірно нижче, а ППСО – достовірно вище у пацієнтів, яким знадобилося введення  $\alpha 1$ -адреноміметиків під час СА. Під дією СА пресорна реакція, яка могла грати і роль компенсаторної реакції, ослаблялася, що і призводило до нестабільності кровообігу. Якщо ж пресорна реакція до операції не була виражена, то це може означати відсутність причин, що обумовлюють необхідність компенсації.

На підставі результатів, отриманих як в передопераційному періоді, так і під час проведення анестезії, нами була розроблена математична модель прогнозування змін гемодинамічних показників при повороті пацієнтів зі спини у прон-позицію. При використанні цієї моделі розраховувався прогностичний індекс нестабільності гемодинаміки (ПНГ)

$$\text{ПНГ} = \frac{1}{1 + e^{-2,025 \cdot \text{ІМТ} - 0,014 \cdot \rho_5 + 0,008 \cdot \rho_{20} + 0,16 \cdot V_{ST0} - 0,386 \cdot V_{ST5} + 94,456}}$$

де: ІМТ – індекс маси тіла,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ;

$\rho_5$  – ППСО через 5 хв після повороту на живіт,  $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{см}^{-5}$ ;

$\rho_{20}$  – ППСО через 20 хв після повороту на живіт,  $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{см}^{-5}$ ;

$V_{ST0}$  – УО в положенні на спині, мл;

$V_{ST5}$  – УО через 5 хв після повороту на живіт, мл.

Значимість коефіцієнтів предикторів моделі наведена у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Значущість коефіцієнтів предикторів математичної моделі ПНГ.

Показник	Значення статистики Вальда	Значущість, p
ІМТ	0,624	0,043
ППСО через 5 хв після повороту у прон-позицію	1,208	0,027
ППСО через 20 хв після повороту у прон-позицію	1,027	0,031
УО в положенні на спині	0,562	0,045
УО через 5 хв після повороту у прон-позицію	1,142	0,029
Константа	7,000	0,033

Оцінка точності прогнозування отриманої математичної моделі, що була зроблена за допомогою коефіцієнта детерміації  $R^2$  Найджелкерка, склала 91,5 %. Рівень значущості, що був досягнутий в результаті проведення тесту згоди Хосмера-Лемешова, свідчить про відповідність отриманої моделі реальним даним (табл. 3.9).

Таблиця 3.9 – Коректність прогнозування за  $R^2$ -Найджелкерка та критерій Хосмера-Лемешова для математичної моделі ПНГ

-2 Log правдоподібність	$R^2$ -Кокса і Снелла	$R^2$ -Найджелкерка
8,511	0,769	0,915
Модель	Статистика Хосмера-Лемешева	Значущість, p
1	3,493	0,899

ПНГ був розрахований в усіх обстежених пацієнтів, його значення коливалося від  $3,4 \cdot 10^{-12}$  до 1. У 25 зі 144 пацієнтів, яким операція була проведена в умовах СА, ПНГ був більше або дорівнював 0,5, при цьому необхідність в корекції кровообігу виникла у 23 пацієнтів, у яких цей показник був більше 0,65.

### 3.2.2 Динаміка показників кровообігу під час операції в умовах субарахноїдальної анестезії в прон-позиції залежно від початкового стану гемодинаміки та симпатовагального балансу

З урахуванням розрахованого ПНГ був проведений аналіз стану кровообігу пацієнтів, що оперуються в умовах спінальної анестезії в прон-позиції. Початкові показники артеріального тиску були достовірно вищі у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$ , проте надалі, незважаючи на введення  $\alpha 1$ -адреноміметика фенілефрину, вони виявилися достовірно нижчими (рис. 3.1). Початковий АТсист в підгрупі з ПНГ  $< 0,5$  склав  $(124,5 \pm 12,7)$  мм рт. ст., а у підгрупі з ПНГ  $\geq 0,5$  –  $(138,2 \pm 16,6)$  мм рт. ст. Відповідно АТдіас знаходився на рівні  $(79,1 \pm 8,4)$  мм рт. ст. та  $(86,6 \pm 9,9)$  мм рт. ст., САТ –  $(94,0 \pm 9,2)$  мм рт. ст. та  $(103,8 \pm 11,8)$  мм рт. ст. Через 5 хв після повороту у прон-позицію АТсист при ПНГ  $< 0,5$  знизився до  $(111,3 \pm 10,8)$  мм рт. ст., при ПНГ  $\geq 0,5$  – до  $(105,0 \pm 10,7)$  мм рт. ст., через 20 хв – відповідно до  $(104,2 \pm 7,6)$  мм рт. ст. та  $(98,6 \pm 8,2)$  мм рт. ст. Динаміка САТ при ПНГ  $< 0,5$  була наступною: у положенні на спині  $(94,0 \pm 9,2)$  мм рт. ст.,  $(82,2 \pm 7,0)$  мм рт. ст. у прон-позиції через 5 хв. та  $(76,1 \pm 5,1)$  мм рт. ст. у прон-позиції через 20 хвилин, а при ПНГ  $\geq 0,5$  – відповідно  $(103,8 \pm 11,8)$  мм рт. ст.,  $(77,9 \pm 7,8)$  мм рт. ст. та  $(72,3 \pm 5,1)$  мм рт. ст. (різниця між підгрупами достовірна,  $p < 0,05$ ) (рис.3.1).

Достовірні відмінності при порівнянні двох підгруп відзначені й відносно УІ й СІ (рис. 3.2). Початковий УІ при ПНГ  $< 0,5$  складав  $(43,2 \pm 5,4)$  мл/м<sup>2</sup>, при ПНГ  $\geq 0,5$  –  $(35,8 \pm 5,9)$  мл/м<sup>2</sup>. Через 5 хв після повороту у прон-позицію УІ достовірно знизився в обох підгрупах: при ПНГ  $< 0,5$  – до  $(41,8 \pm 5,6)$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ), при ПНГ  $\geq 0,5$  – до  $(34,6 \pm 5,7)$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,001$ ). Через 20 хв при ПНГ  $< 0,5$  УІ практично не змінився  $(42,0 \pm 5,7)$  мл/м<sup>2</sup>, як і при ПНГ  $\geq 0,5$   $(34,7 \pm 5,6)$  мл/м<sup>2</sup>.

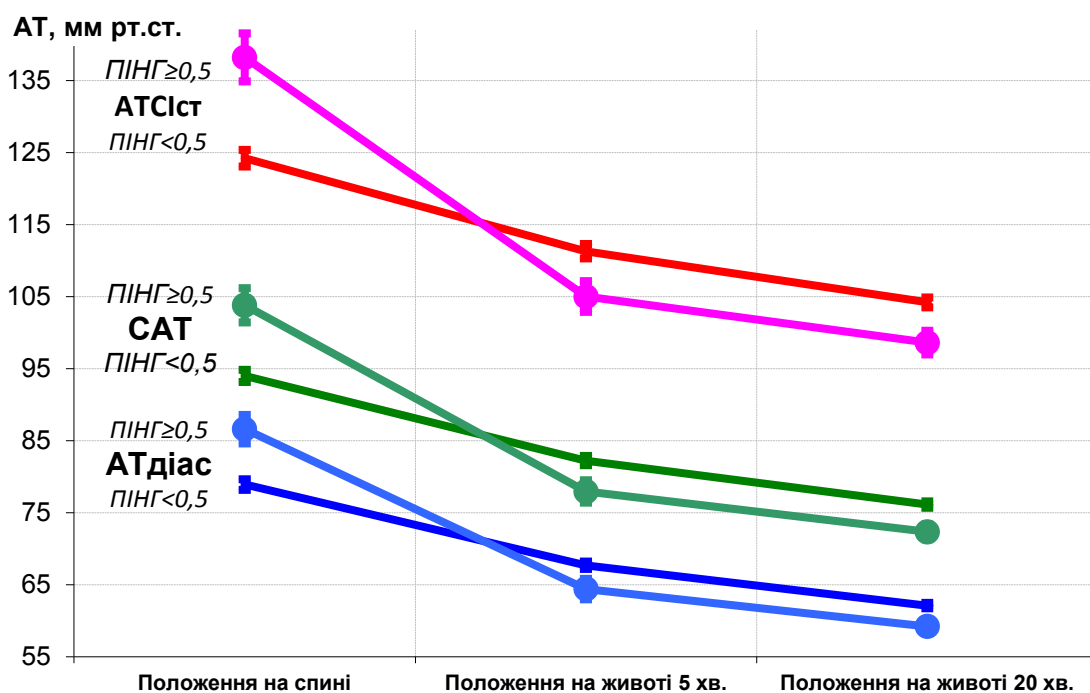


Рисунок 3.1 – Динаміка артеріального тиску у пацієнтів, що оперувалися в умовах СА.

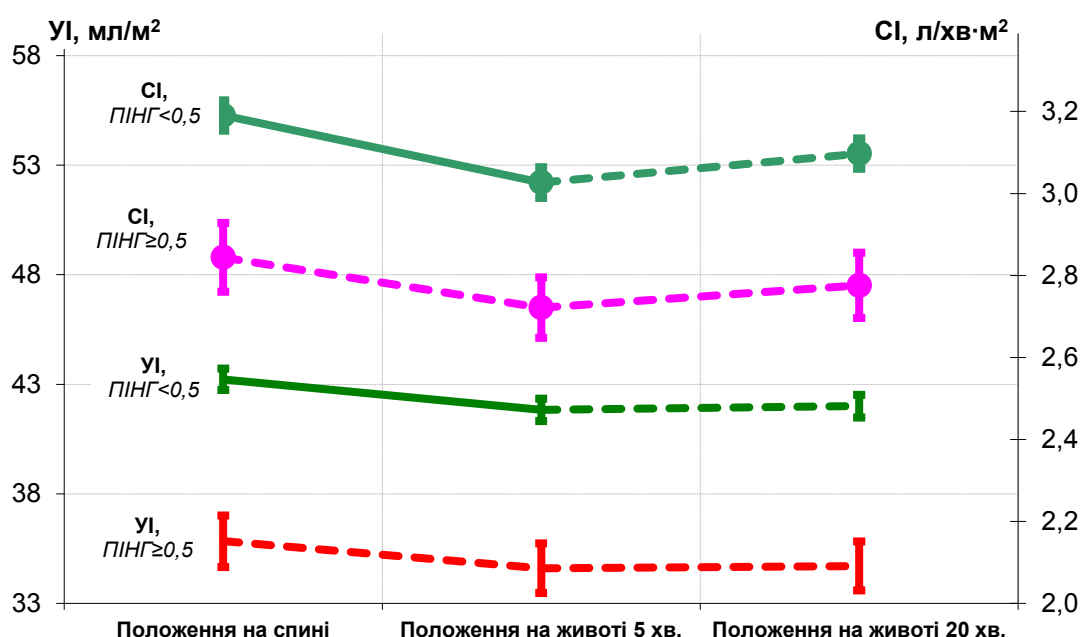


Рисунок 3.2 – Динаміка ударного і серцевого індексів у пацієнтів, що оперувалися в умовах СА

Така ж динаміка відзначена й при аналізі CI. Початково у пацієнтів з ПІНГ < 0,5 він знаходився на рівні  $(3,19 \pm 0,40)$  л/хв·м<sup>2</sup>, з ПІНГ ≥ 0,5 –

( $2,84 \pm 0,42$ ) л/хв·м<sup>2</sup>. Через 5 хв після повороту у прон-позицію у пацієнтів з ПНГ < 0,5 він достовірно знизився до ( $3,03 \pm 0,41$ ) л/хв·м<sup>2</sup> ( $p < 0,03$ ), з ПНГ  $\geq 0,5$  – до ( $2,72 \pm 0,37$ ) л/хв·м<sup>2</sup> ( $p > 0,05$ ). Через 20 хв в обох підгрупах СІ недостовірно змінився відповідно до ( $3,10 \pm 0,40$ ) л/хв·м<sup>2</sup> і ( $2,78 \pm 0,40$ ) л/хв·м<sup>2</sup>,  $p > 0,05$ . На усіх етапах дослідження відмінності СІ між підгрупами були достовірними ( $p < 0,001$ ).

Початковий ППСО при ПНГ < 0,5 було достовірно нижче ( $p < 0,001$ ), ніж при ПНГ  $\geq 0,5$ : відповідно ( $2386 \pm 330$ ) дин/м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> і ( $2968 \pm 494$ ) дин/м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> (рис. 3.3). Через 5 хв після повороту на живіт в обох підгрупах ППСО достовірно знизився відповідно до ( $2207 \pm 318$ ) дин/м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup> і ( $2317 \pm 304$ ) дин/м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>, причому достовірних відмінностей між підгрупами не зафіксовано, що досягнуто завдяки введенню фенілефрину пацієнтам з ПНГ  $\geq 0,5$ . Через 20 хв достовірне зниження ППСО тривало в обох підгрупах: при ПНГ < 0,5 – до ( $1997 \pm 274$ ) дин/м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>, при ПНГ  $\geq 0,5$  – до ( $2115 \pm 279$ ) дин с м<sup>2</sup>·см<sup>-5</sup>.

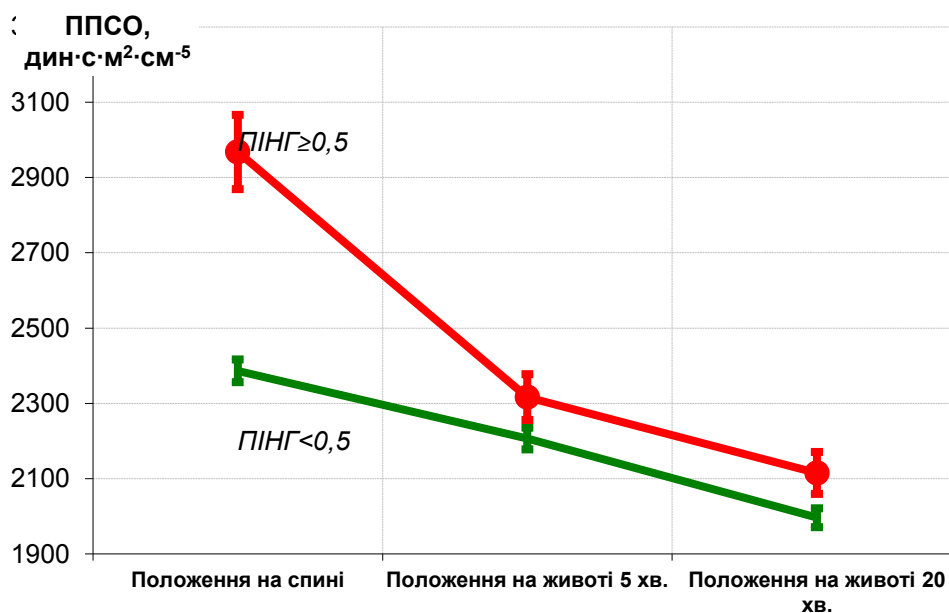


Рисунок 3.3 – Динаміка питомого периферичного опору у пацієнтів, що оперовані в умовах СА

Доза фенілефрину у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$  склала ( $6,02 \pm 2,8$ ) мкг/кг. При вивченні зв'язку між запропонованим показником ПНГ і необхідною для корекції гемодинаміки дозою фенілефрину виявлена тісна позитивна кореляційна залежність між цими показниками,  $r = 0,76$ ,  $p < 0,05$  (рис. 3.4).

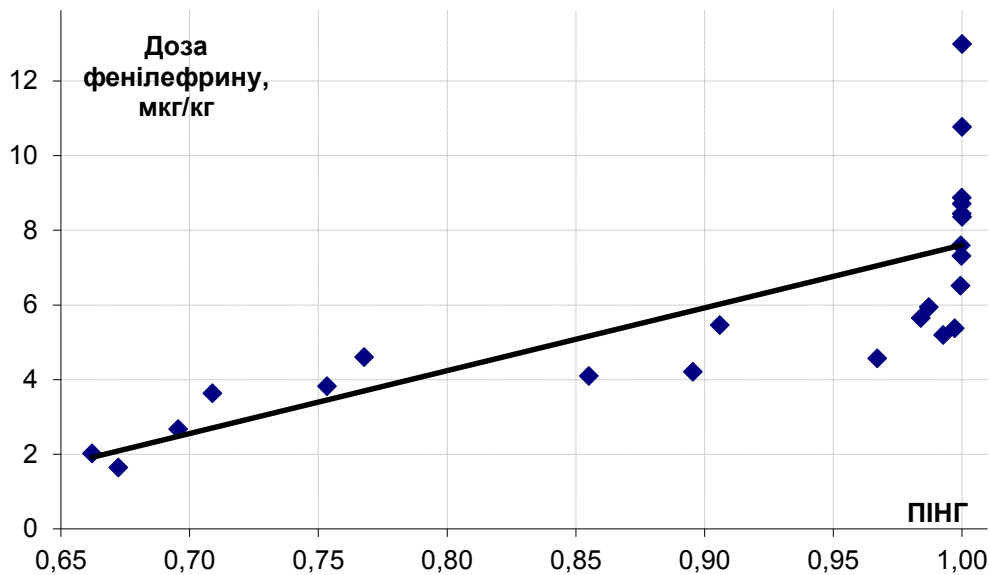


Рисунок 3.4 – Залежність необхідної дози фенілефрину від ПНГ

Симптовагальний баланс у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$  був достовірно вищим, що свідчить про напруження компенсації системи кровообігу через підвищену активність симпатичної частини вегетативної нервової системи (табл. 3.10). Під впливом місцевого анестетика, що був введений субарахноїдально, тонус симпатичного компоненту вегетативної нервової системи (ВНС) знизився до однакового рівня, проте у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$  зниження було більш значне, через вихідний більш високий його рівень. У цих пацієнтів виникла необхідність підтримки СВБ на більш «звичному» рівні за допомогою  $\alpha_1$ -адреномиметиків. На третьому етапі дослідження це проявилось у достовірно більш високому рівні СВБ у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$ .

Таблиця 3.10 – Симптовагальний баланс в умовах СА на етапах дослідження

ПНГ	Етап дослідження	СВБ
< 0,5	Положення на спині	1,33 $\pm$ 0,40
	Положення на животі 5 хв	0,80 $\pm$ 0,20 <sup>1)</sup>
	Положення на животі 20 хв	0,93 $\pm$ 0,22 <sup>1)</sup>
$\geq 0,5$	Положення на спині	2,80 $\pm$ 0,88 <sup>2)</sup>
	Положення на животі 5 хв	0,88 $\pm$ 0,18 <sup>1)</sup>
	Положення на животі 5 хв	1,27 $\pm$ 0,17 <sup>1)2)</sup>

<sup>1)</sup> –  $p < 0,05$  порівняно з попереднім етапом;

<sup>2)</sup> –  $p < 0,05$  при порівнянні груп на одному етапі.

Як прояв підвищеного тонуру симпатичного відділу вегетативної нервової системи у пацієнтів групи ПІНГ  $\geq 0,5$  можна розглядати й початково високі рівні ППСО (рис. 3.5).

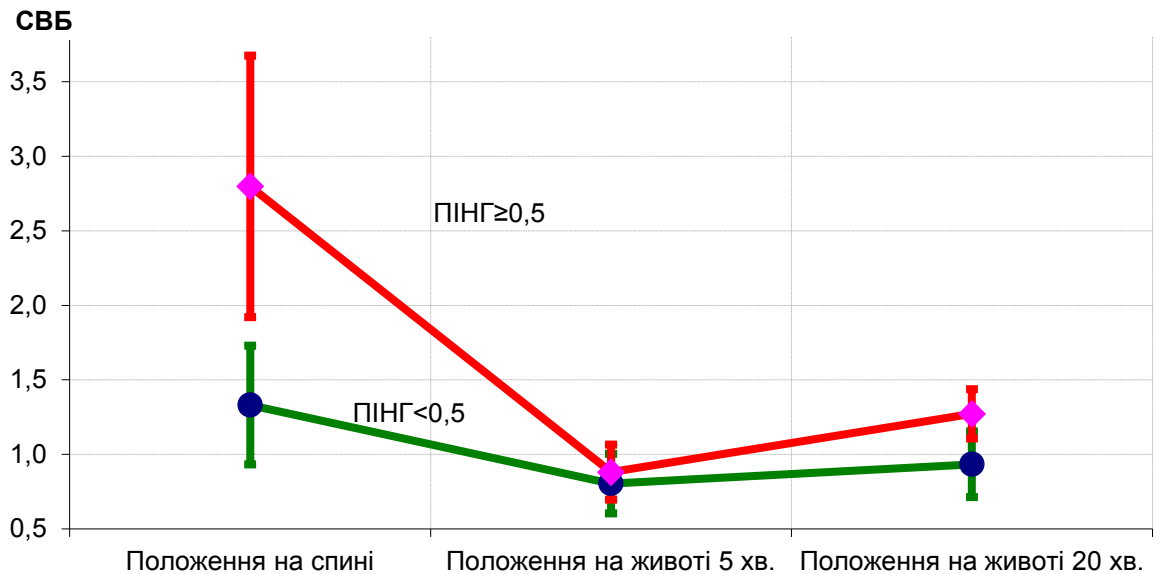


Рисунок 3.5 – Динаміка СВБ на етапах дослідження у пацієнтів в залежності від ПІНГ.

Ми також дослідили кореляційні зв'язки між СВБ та ПІНГ (табл. 3.11). Аналіз цих зв'язків виявив наступне. На початковому етапі СВБ та ПІНГ були пов'язані помірним позитивним зв'язком у пацієнтів обох груп:  $r = (0,54 \pm 0,10)$  у пацієнтів із ПІНГ  $< 0,5$  та  $r = (0,50 \pm 0,20)$  у пацієнтів із ПІНГ  $\geq 0,5$ . На другому етапі цей зв'язок повністю зникав. На третьому етапі у пацієнтів з ПІНГ  $< 0,5$  відновилось  $r = (0,62 \pm 0,09)$ , а у пацієнтів з ПІНГ  $\geq 0,5$  – ні.

Таблиця 3.11 – Кореляційні зв'язки СВБ та ПІНГ на етапах дослідження ( $r \pm m$ )

Залежні показники	Підгрупа пацієнтів	Етапи дослідження		
		ПС	ПП5	ПП20
СВБ-ПІНГ	ПІНГ $< 0,5$	$0,54 \pm 0,10$	$0,12 \pm 0,03$	$0,62 \pm 0,09$
	ПІНГ $\geq 0,5$	$0,50 \pm 0,20$	$0,21 \pm 0,06$	$0,18 \pm 0,03$

Проведене дослідження гемодинамічних показників до операції і впродовж оперативного втручання в положенні на животі в умовах

субарахноїдальної анестезії дозволило зробити такі висновки. У  $16,0 \pm 3,1$  % пацієнтів, яким планується оперативне втручання із приводу дегенеративних захворювань хребта у положенні на животі спостерігається деяка напруга компенсації кровообігу, що проявляється наступним: тенденція до артеріальної гіпертензії, зниження УІ і СІ і підвищенню ППСО. Результати дослідження не дозволяють визначити причину та наслідок: первинним може бути як деяке зниження скорочувальної здатності міокарду при компенсаторному збільшенні ППСО, так і підвищення ППСО з різних причин (гіпертонічна хвороба, психоемоційна напруга) з недостатньою компенсацією з боку скорочувальної здатності серця. Більша частота такого стану має місце у осіб молодшого віку з підвищеним ІМТ, ймовірно за рахунок лабільністю судинного тону. У будь-якому випадку можна сказати, що у таких пацієнтів сформувався певний режим кровообігу, що задовольняє потреби тканин у кисні. Під впливом СА відбувається зниження ППСО, підвищений рівень якого має компенсаторний характер. При недостатніх резервах міокарду розвивається артеріальна гіпотензія та зниження СІ, що змушує компенсувати зниження ППСО за допомогою  $\alpha 1$ -адреноміметиків.

Проведене нами дослідження дало змогу створити математичну модель режиму кровообігу пацієнта та його реакції на зміну положення тіла з положення на спині у прон-позицію, що дозволяє передбачити високий ризик нестабільності гемодинаміки при проведенні СА. Пропонований нами показник ПНГ проявив тісну кореляційну залежність від дози  $\alpha 1$ -адреноміметика фенілефрина, необхідної для адекватної корекції кровообігу при проведенні СА хворим, що оперуються у прон-позиції. При ПНГ, що дорівнює або перевищує 0,5, доцільніше відмовлятися від проведення СА при оперативних втручаннях у прон-позиції, та обирати інший метод інтраопераційного знеболення.

### **3.2.3 Зміни гемодинаміки, що виникають при повороті пацієнта у прон-позицію в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії з штучною вентиляцією легень залежно від визначеного ПНГ**

Перебіг тотальної внутрішньовенної анестезії (ТВА) було нами проаналізовано також з урахуванням розрахованого ПНГ, тому обстежені пацієнти ТВА групи були розподілені на 2 підгрупи: ПНГ < 0,5 (n = 88) та ПНГ ≥ 0,5 (n = 22). Хворі двох підгруп не мали вихідних відмінностей за демографічними показниками.

У положенні на спині, як і в групі СА, показники АТ були достовірно вищими у хворих з ПНГ ≥ 0,5 (рис. 3.6). АТсист в підгрупі з ПНГ < 0,5 склав (124,5 ± 10,6) мм рт. ст., а в підгрупі з ПНГ ≥ 0,5 – (139,7 ± 15,3) мм рт. ст. (p < 0,001). Відповідно АТдіас знаходився на рівні (80,3 ± 7,8) мм рт. ст. і (86,8 ± 6,6) мм рт. ст. (p < 0,001), САТ – (95,1 ± 7,9) мм рт. ст. і (104,4 ± 8,9) мм рт. ст. (p < 0,001).

Через 5 хв після повороту на живіт АТ в обох підгрупах достовірно знизився. АТсист в групі з ПНГ < 0,5 складав (115,9 ± 12,7) мм рт. ст., у групі з ПНГ ≥ 0,5 – (113,0 ± 7,2) мм рт. ст., при цьому відмінності між підгрупами за цим показником зникли (p > 0,05). АТдіас в підгрупі з ПНГ < 0,5 знизився до (69,2 ± 6,8) мм рт. ст. (p < 0,001), а в підгрупі з ПНГ ≥ 0,5 знизився до (70,9 ± 6,8) мм рт. ст. (p < 0,001), відмінності між підгрупами за цим показником також зникли (p > 0,05). Перестали відрізнятися підгрупи і по САТ, який достовірно знизився в обох підгрупах: до (84,8 ± 8,3) мм рт. ст. в підгрупі з ПНГ < 0,5 (p < 0,001) і до (84,9 ± 6,4) мм рт. ст. у підгрупі з ПНГ ≥ 0,5 (p < 0,001).

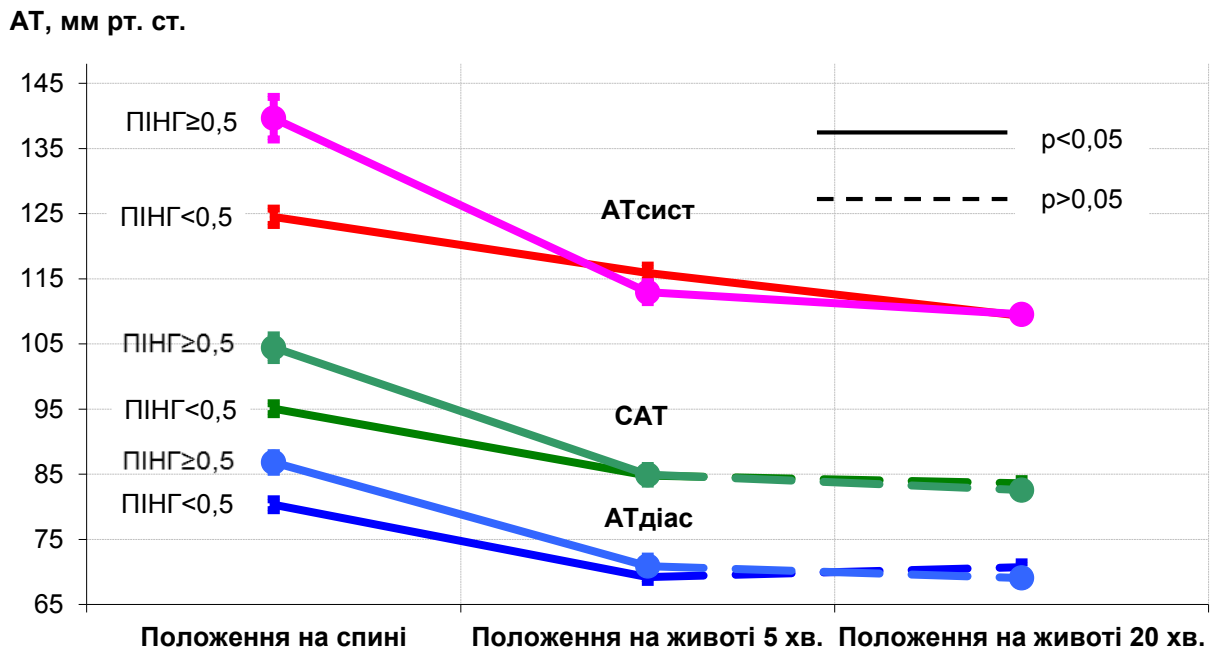


Рисунок 3.6 – Динаміка артеріального тиску у пацієнтів, оперованих в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії

Через 20 хв відсутність відмінностей зберігалась, в обох підгрупах тривало достовірне зниження АТсист: у пацієнтів з ПНГ < 0,5 – до  $(109,3 \pm 9,1)$  мм рт.ст. ( $p < 0,05$ ), у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$  – до  $(109,5 \pm 8,3)$  мм рт. ст. ( $p < 0,05$ ). АТдіас статистично значуще не змінився і дорівнювався у підгрупі пацієнтів з ПНГ < 0,5  $(70,7 \pm 7,1)$  мм рт.ст., з ПНГ  $\geq 0,5$  –  $(69,1 \pm 6,8)$  мм рт. ст. САТ також не змінювався і між підгрупами не відрізнявся ( $(83,6 \pm 6,4)$  мм рт.ст. проти  $(82,6 \pm 3,9)$  мм рт. ст.,  $p > 0,05$ ).

УІ в підгрупі ПНГ < 0,5 через 5 хв після повороту у прон-позицію дещо знизився з  $(42,9 \pm 4,0)$  до  $(41,8 \pm 6,0)$  мл/м<sup>2</sup>,  $p > 0,05$ , в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$  – з  $(38,1 \pm 2,3)$  до  $(36,4 \pm 2,3)$  мл/м<sup>2</sup>,  $p > 0,05$ , при цьому, якщо початково відмінності між підгрупами не відзначено ( $p > 0,05$ ), то через 5 хв після повороту у прон-позицію різниця стала достовірною ( $p < 0,001$ ). Через 20 хв в підгрупі ПНГ < 0,5 відбулося підвищення УІ до  $(41,9 \pm 4,4)$  мл/м<sup>2</sup>, в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$  – також достовірне підвищення до  $(39,0 \pm 3,0)$  мл/м<sup>2</sup> ( $p < 0,05$ ). УІ на всіх етапах дослідження в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$  був достовірно нижчим, ніж в підгрупі

ПНГ  $< 0,5$  ( $p < 0,001$ ), проте у жодному випадку корекції гемодинаміки симпатомиметиками не знадобилось.

Серцевий індекс (рис. 3.7) початково був достовірно ( $p < 0,04$ ) нижче (хоча і не нижче  $2,5$  л/хв\*м<sup>2</sup> у жодного пацієнта) в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$  ( $(2,96 \pm 0,38)$  л/хв\*м<sup>2</sup> проти  $(3,13 \pm 0,34)$  л/хв\*м<sup>2</sup>). Через 5 хв після повороту у прон-позицію величина СІ перестала достовірно ( $p > 0,05$ ) відрізнятися між підгрупами, склавши при цьому  $(3,05 \pm 0,42)$  л/хв\*м<sup>2</sup> в підгрупі ПНГ  $< 0,5$ , а в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$  –  $(2,92 \pm 0,40)$  л/хв\*м<sup>2</sup> (мінімальний рівень СІ був не нижче  $2,45$  л/хв\*м<sup>2</sup>). Через 20 хв в підгрупі ПНГ  $< 0,5$  СІ статистично незначуще ( $p > 0,05$ ) підвищувався до  $(3,17 \pm 0,49)$  л/хв\*м<sup>2</sup>, а в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$  практично не змінювався ( $(2,92 \pm 0,46)$  л/хв\*м<sup>2</sup>), ставши при цьому достовірно нижче, ніж в підгрупі ПНГ  $< 0,5$  ( $p < 0,05$ ). На всіх етапах дослідження УІ у обох підгрупах не був нижчим за  $2,45$  л/хв\*м<sup>2</sup>.

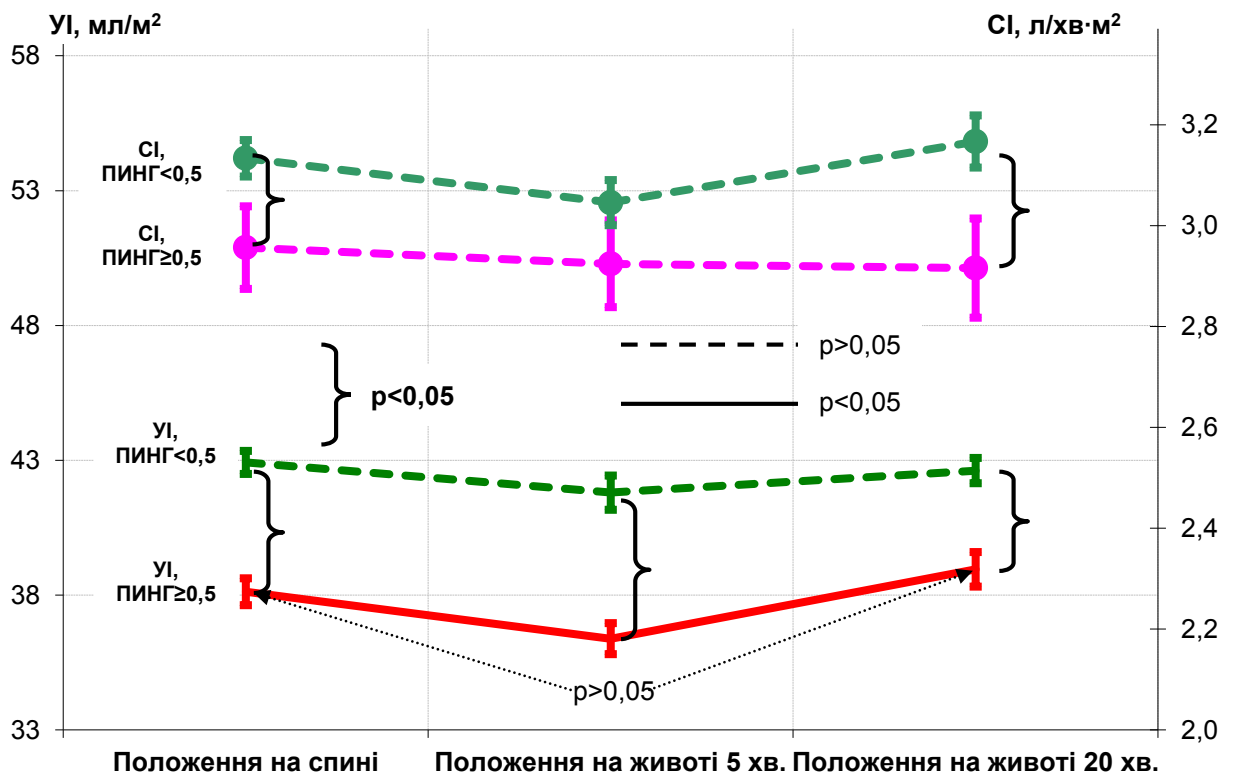


Рисунок 3.7 – Динаміка ударного і серцевого індексів у пацієнтів, оперованих в умовах внутрішньовенної анестезії.

Початково питомий периферичний судинний опір в підгрупі ПНГ  $< 0,5$  був достовірно ( $p < 0,001$ ) нижчим, ніж у пацієнтів в підгрупі ПНГ  $\geq 0,5$

((2455,2 ± 339,3) дин\*с\*м<sup>2</sup>\*см<sup>-5</sup> проти (2871,1 ± 451,4) дин\*с\*м<sup>2</sup>\*см<sup>-5</sup>). Через 5 хв після повороту на живіт в обох підгрупах відбулося достовірне (p < 0,001) зниження ППСО, при цьому достовірні відмінності між підгрупами зникли: в підгрупі ПНГ < 0,5 ППСО склав (2257,2 ± 314,1) дин\*с\*м<sup>2</sup>\*см<sup>-5</sup>, в підгрупі ПНГ ≥ 0,5 – (2351,1 ± 273,3) дин\*с\*м<sup>2</sup>\*см<sup>-5</sup> (p > 0,2). Через 20 хв в підгрупі ПНГ < 0,5 було достовірне зниження ППСО до (2156,5 ± 336,1) дин\*с\*м<sup>2</sup>\*см<sup>-5</sup>, а в підгрупі ПНГ ≥ 0,5 ППСО практично не змінився, дорівнюючи (2311,0 ± 314,2) дин\*с\*м<sup>2</sup>\*см<sup>-5</sup> (p > 0,5 в порівнянні з попереднім етапом), ставши незначно (p > 0,05) вище, ніж в підгрупі ПНГ < 0,5 (рис. 3.8).

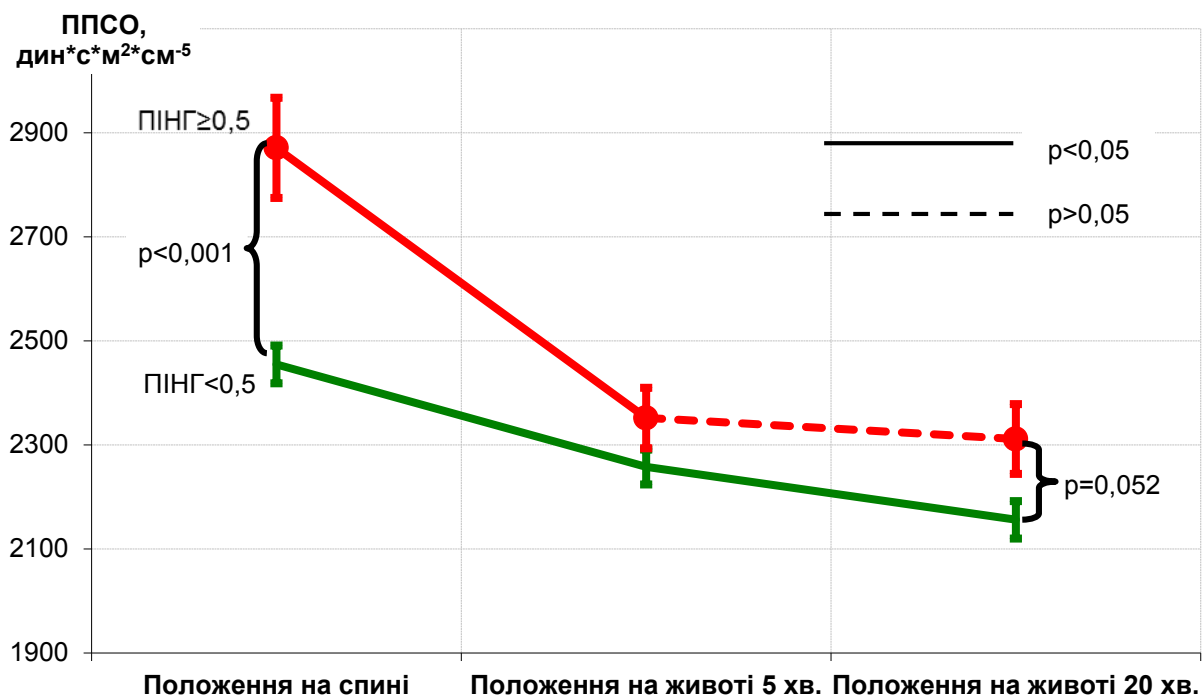


Рисунок 3.8 – Динаміка питомого периферичного судинного опору у пацієнтів, оперованих в умовах тотальної внутрішньовенної анестезії

Таким чином, при виконанні операцій з приводу дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта в прон-позиції в умовах внутрішньовенної анестезії на основі пропофолу та фентанілу поворот пацієнта з положення на спині у ПП не супроводжувався критичними розладами гемодинаміки, які б потребували корекція кровообігу за допомогою

адреноміметиків. Крім того, як і у пацієнтів на фоні СА відзначена достовірна залежність гемодинамічних показників після повороту у ПП від вихідного стану кровообігу, оціненого за допомогою пропонованого нами показника ПНГ.

Початково, як і в групі СА, у пацієнтів з ПНГ  $< 0,5$  АТ був достовірно нижчим, ніж у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$ . На фоні внутрішньовенної анестезії із застосуванням пропофолу та фентанілу відмінності у пресорних показниках зникли. Вихідні відмінності УІ та СІ збереглися, але в жодного хворого ці показники не були нижче нормальних.

ППСО початково, як і в групі СА, був вищим у хворих з ПНГ  $\geq 0,5$ , але на тлі внутрішньовенної анестезії із застосуванням пропофолу та фентанілу ці відмінності значно зменшилися, при цьому корекції за допомогою адреноміметиків не було потрібно. Таким чином, внутрішньовенна анестезія на основі пропофолу та фентанілу не призводить до суттєвих порушень компенсаторних реакцій системи кровообігу, що виникають при зміні положення тіла зі спини у прон-позицію у пацієнтів з ПНГ  $\geq 0,5$ , що запобігає розвитку критичних розладів гемодинаміки.

### **3.2.4 Порівняльний аналіз стану кровообігу у хворих, оперованих в прон-позиції в умовах субарахноїдальної і внутрішньовенної анестезії на основі пропофолу та фентанілу**

Нами проаналізовано динаміку показників кровообігу у хворих, оперованих з приводу дегенеративних захворювань поперекового відділу хребта в прон-позиції в залежності від виду анестезії та вихідного стану гемодинаміки.

Результати обстеження пацієнтів, оперованих в прон-позиції в умовах СА, дозволили нам розробити математичну модель, за допомогою якої можна припускати високу ймовірність дестабілізації гемодинаміки під час анестезії. За допомогою цієї моделі розраховується прогностичний індекс нестабільності гемодинаміки (ПНГ), величина якого може змінюватися від нескінченно малої величини до одиниці. Нами встановлено, що при ПНГ  $\geq 0,5$  ймовірність дестабілізації гемодинаміки є високою. З урахуванням ПНГ ми провели

порівняння перебігу СА і внутрішньовенної анестезії на основі пропофолу та фентанілу. В результаті порівняльного аналізу була виявлена наступна картина.

У підгрупах пацієнтів з однаковим ПІНГ вихідних відмінностей гемодинамічних показників не виявлено.

АТсист, АТдіас і САТ при ПІНГ < 0,5 після повороту у прон-позицію були достовірно нижчими (крім АТдіас на 2 етапі) у пацієнтів, оперованих в умовах СА, проте корекції кровообігу  $\alpha 1$  адреноміметиками не було потрібно у жодного хворого (рис. 3.9 а). При ПІНГ  $\geq 0,5$  відмінності в АТ носили такий самий характер, однак вони були більш вираженими і, крім того, при СА була потрібна корекція  $\alpha 1$ -адреноміметиками (рис. 3.9 б).

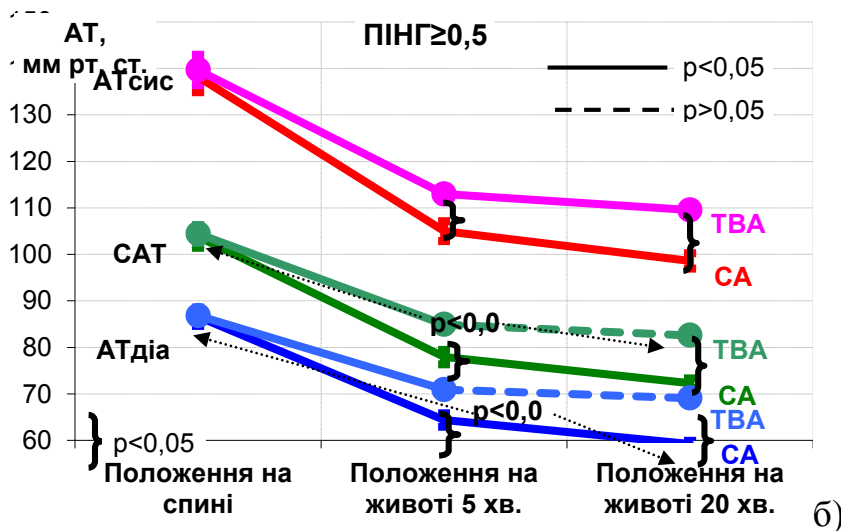
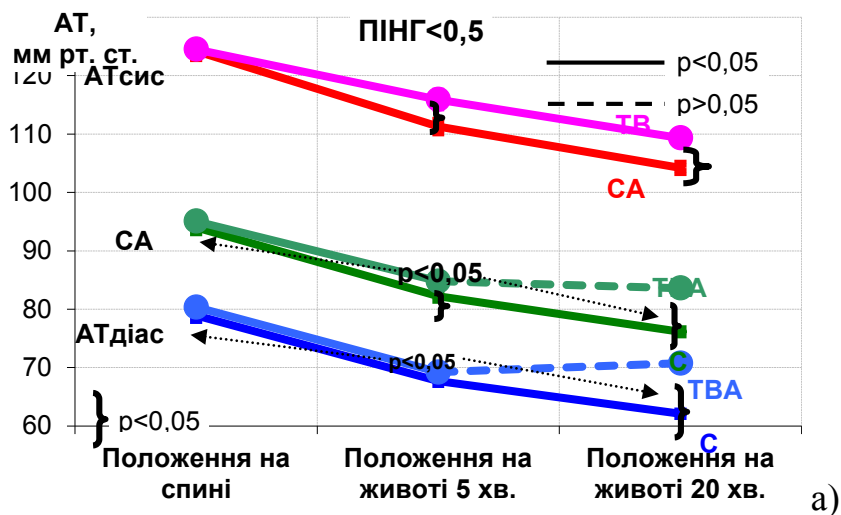


Рисунок 3.9 – Показники артеріального тиску в залежності від ПІНГ і виду анестезії, а) - ПІНГ < 0,5, б) - ПІНГ  $\geq 0,5$

УІ та СІ при ПІНГ < 0,5 достовірно не розрізнялися при застосованих видах анестезії на всіх етапах дослідження (рис. 3.10), хоча при СА відзначено достовірне зниження СІ в порівнянні з вихідним, що, однак, не вимагало корекції  $\alpha 1$ -адреноміметиками.

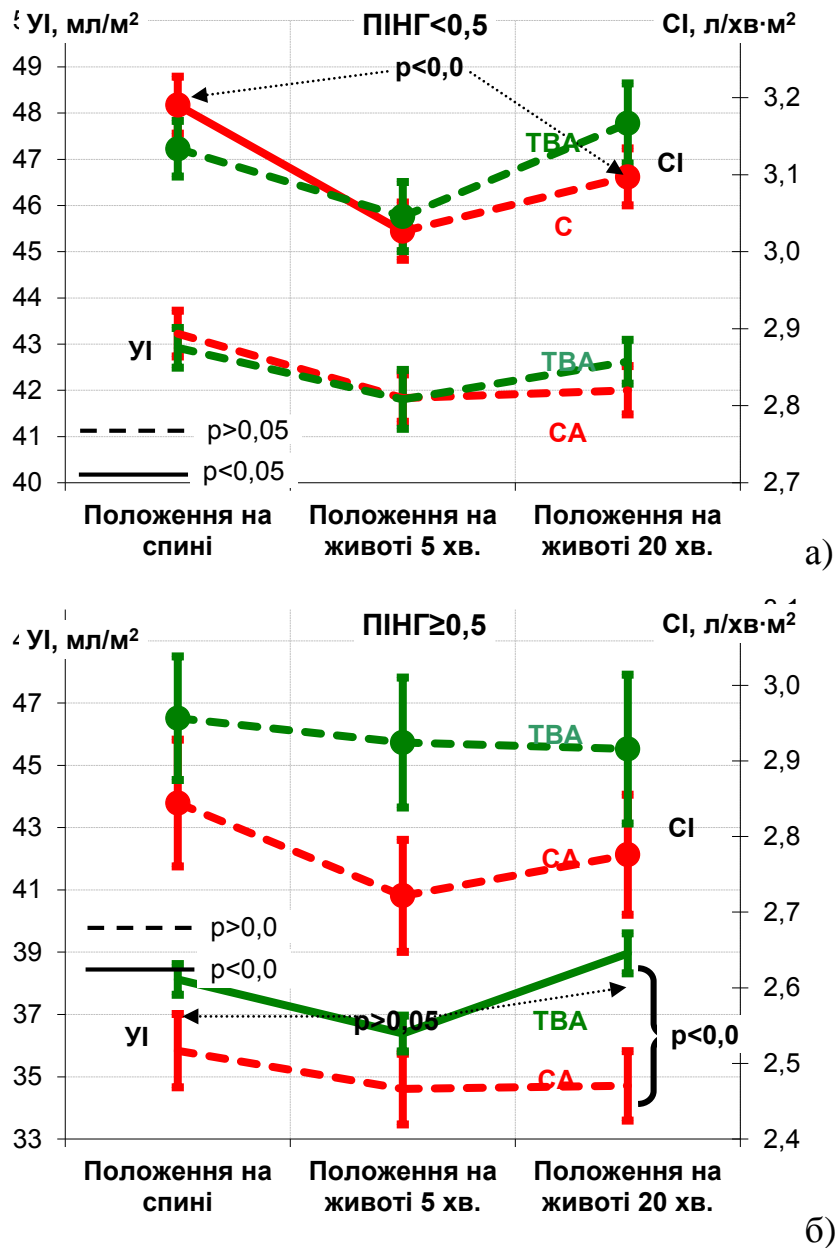


Рисунок 3.10 – Ударний та серцевий індекси в залежності від ПІНГ і виду анестезії: а) – ПІНГ < 0,5, б) - ПІНГ ≥ 0,5

При ПІНГ ≥ 0,5 на тлі введення  $\alpha 1$ -адреноміметиків УІ до кінця дослідження виявився достовірно нижчим, ніж при ПІНГ < 0,5, що, тим не менш, не призвело до достовірних відмінностей у показниках СІ.

Відмінності в ППСО (рис. 3.11) при ПІНГ < 0,5 з'являються тільки на останньому етапі дослідження. У хворих, оперованих в умовах СА, він виявився достовірно меншим, ніж при використанні внутрішньовенної анестезії на основі пропофолу та фентанілу. Стан кровообігу при цьому не вимагав корекції  $\alpha$ 1-адреномиметиками. Схожа динаміка відзначена і у пацієнтів з ПІНГ  $\geq 0,5$ , але вона була досягнута лише за допомогою корекції кровообігу  $\alpha$ 1-адреномиметиками при проведенні СА.

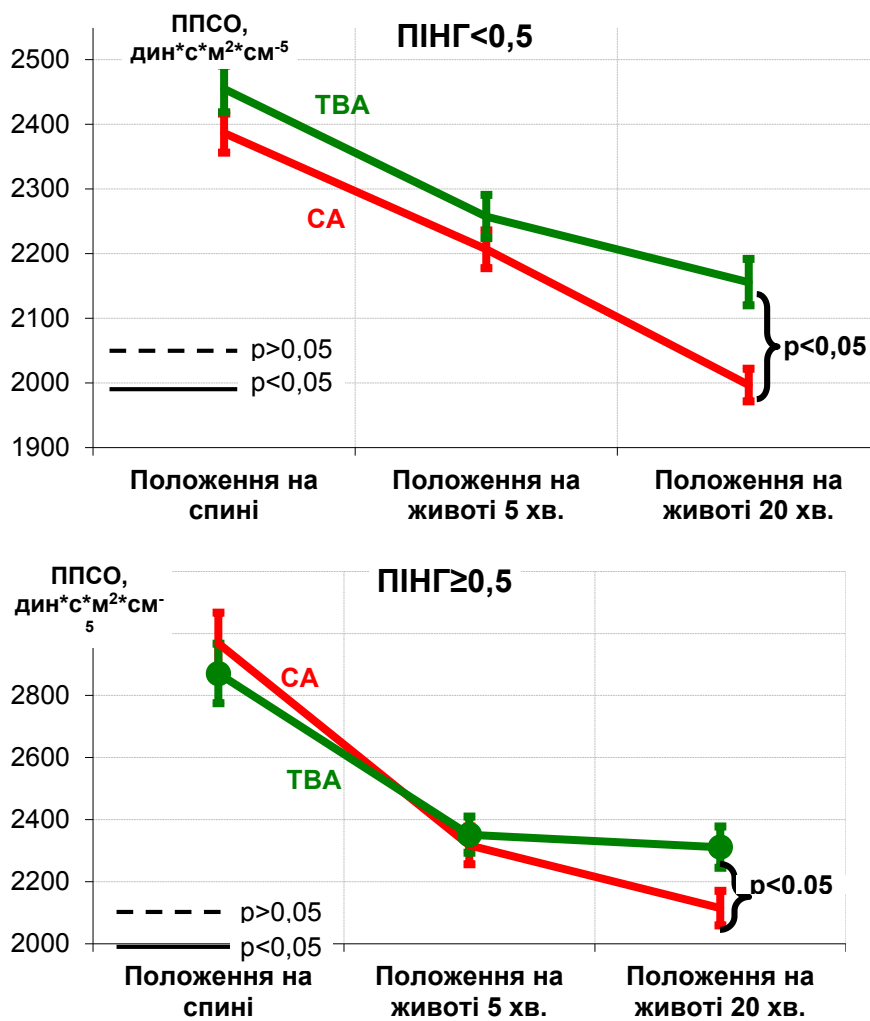


Рисунок 3.11 – ППСО в залежності від ПІНГ і виду анестезії

Додатково нами було проаналізовано одночасно вплив ПІНГ та віку на основні гемодинамічні показники на фоні різних видів анестезії (Табл. 3.8, 3.9, 3.10, 3.11).

Таблиця 3.12 – Динаміка САТ на етапах дослідження в залежності від ПНГ та віку,  $M \pm SD$

Підгрупа	СА			ТВА		
	ПС	ПП5	ПП20	ПС	ПП5	ПП20
ПНГ < 0,5 вік < 60	92,5±7,1	82,0±6,7	75,8±4,9	94,7±7,3	86,6±8,1	83,8±6,6
ПНГ < 0,5 вік > 60	97,4±5,3	84±6,7	77,2±4,8	96,2±6,3	79,2±6,7	82,1±6,2
ПНГ ≥ 0,5 вік < 60	103,1±10,4	77,3±7,6	70,8±4,7	104,2±8,8	86,4±6,2	87,2±3,7
ПНГ ≥ 0,5 вік > 60	105,4±6,7	78,7±3,1	75,7±5,3	105,5±4,1	70,1±2,5	75,4±3,7

При аналізі отриманих результатів ми виявили, що найсуттєвіше знижується САТ, УІ та СІ після повороту у пацієнтів групи ТВА з ПНГ  $\geq 0,5$  та у віковій групі більше 60 років. Проте, й у групі з ПНГ < 0,5 цієї ж вікової групи при ТВА спостерігаються достовірно більш низькі показники САТ, УІ та СІ. Тому у пацієнтів, старших за 60 років, доцільніше використовувати СА незалежно від показників ПНГ.

Таблиця 3.13 – Динаміка СІ на етапах дослідження в залежності від ПНГ та віку,  $M \pm SD$

Підгрупа	СА			ТВА		
	ПС	ПП5	ПП20	ПС	ПП5	ПП20
ПНГ < 0,5 вік < 60	3,54±0,38	3,04±0,42	3,21±0,47	3,07±0,29	3,67±0,18	3,54±0,31
ПНГ < 0,5 вік > 60	2,87±0,28	3,02±0,15	3,04±0,17	3,14±0,31	2,64±0,11 <sup>1)2)</sup>	2,75±0,18
ПНГ ≥ 0,5 вік < 60	2,87±0,41	2,65±0,33	2,74±0,38	3,12±0,35	3,14±0,14	2,98±0,41
ПНГ ≥ 0,5 вік > 60	2,83±0,19	2,88±0,13	2,72±0,16	2,89±0,24	2,53±0,12 <sup>1)</sup>	2,71±0,21

<sup>1)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  між етапами положення на спині та прон-позиція через 5 хв;

<sup>2)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  між пацієнтами вікових груп  $\leq 60$  та  $> 60$  років

При клінічно компенсованому кровообігу, коли в стані спокою і на тлі повсякденних невеликих фізичних навантажень відсутні ознаки циркуляторної гіпоксії, можуть мати місце різні режими кровообігу, що залежать

від індивідуальних характеристик скорочувальної здатності міокарда і судинного тонусу. Той чи інший режим кровообігу є, мабуть, результатом численних компенсаторних реакцій системи кровообігу, що обумовлюються нейрогуморальною системою.

Таблиця 3.14 – Динаміка УІ на етапах дослідження в залежності від ПНГ та віку,  $M \pm SD$

Підгрупа	СА			ТВА		
	ПС	ПП5	ПП20	ПС	ПП5	ПП20
ПНГ < 0,5 вік < 60	43,8±5,2	42,3±4,9	42,6±5,3	43,1±4,3	42,6±4,1	43,2±4,0
ПНГ < 0,5 вік > 60	41,2±4,8	39,6±3,5	40,2±4,6	40,5±5,1	33,3±3,9 <sup>1) 2)</sup>	34,1±6,7
ПНГ ≥ 0,5 вік < 60	36,1±6,2	34,5±5,9	34,9±5,3	38,7±2,8	36,6±2,4	39,0±4,1
ПНГ ≥ 0,5 вік > 60	35,4±2,4	34,9±3,7	35,1±4,5	36,1±4,8	32,7±2,1 <sup>1) 2)</sup>	34,5±6,3

<sup>1)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  між етапами положення на спині та прон-позиція через 5 хв;

<sup>2)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  між пацієнтами вікових груп  $\leq 60$  та  $> 60$  років.

Оперативне втручання і анестезія, безумовно, пред'являють системі кровообігу підвищені вимоги, з одного боку, та втручаються в регуляцію кровообігу – з іншого. У осіб з первинно або компенсаторно підвищеним ППСО під впливом анестезії гальмуються механізми підтримки ППСО на підвищеному рівні, що неминуче веде до більш-менш вираженої дестабілізації гемодинаміки, яке потенціюється зміною положення тіла.

Таблиця 3.15 – Динаміка СІ на етапах дослідження в залежності від ПНГ та віку,  $M \pm SD$

Підгрупа	СА			ТВА		
	ПС	ПП5	ПП20	ПС	ПП5	ПП20
ПНГ < 0,5 вік < 60	2407±317	2274±302	1839±253	2431±427	2288±324	2102±317
ПНГ < 0,5 вік > 60	2354±275	2196±302	2014±241	2402±215	2193±198	2212±244
ПНГ ≥ 0,5 вік < 60	2891±488	2375±323	2099±208	2958±434	2347±258	2352±308
ПНГ ≥ 0,5 вік > 60	2981±327	2296±248	2162±187	2647±273	2394±205	2297±244

Дослідження дозволило нам запропонувати метод прогнозування дестабілізації гемодинаміки з урахуванням її вихідного стану і виду анестезії на основі математичної моделі, що дозволяє розрахувати прогностичний індекс нестабільності гемодинаміки (ПНГ). Результати наших досліджень дозволяють зробити висновок, що при значенні ПНГ, що перевершує 0,5, існує значний ризик дестабілізації гемодинаміки під час анестезії з поворотом пацієнта з положення на спині у прон-позицію, причому найбільша ймовірність дестабілізації спостерігається при проведенні спінальної анестезії. Для зниження ризику порушень кровообігу під час анестезії при операціях в прон-позиції доцільно напередодні операції (за добу) дослідити динаміку показників кровообігу при зміні положення тіла без анестезії. Результати такого дослідження дають змогу розрахувати ПНГ і сприятимуть вибору оптимального методу анестезії та уникненню ризику розвитку критичних порушень гемодинаміки під час анестезії. Проте, у пацієнтів старших за 60 років резерви міокарду знижені й на фоні кардіодепресивної дії препаратів для внутрішньовенної анестезії компенсація при зміні положення тіла є недостатньою, тому для цих пацієнтів доцільніше обирати СА незалежно від ПНГ.

### **3.3 Дослідження використання керованої гіпотензії при оперативних втручаннях на хребті**

#### **3.3.1 Дослідження ефективності використання керованої гіпотензії під час виконання оперативних втручань на поперековому відділі хребта.**

Кровоточивість під час вертебрологічних оперативних втручань обумовлюється маніпуляціями на кістковій та м'язовій тканинах. Також при хірургії хребта крововтрату можуть спричиняти кровотечі з епідуральних вен. Це означає високу ймовірність досить великої крововтрати.

Керована гіпотонія здатна знизити артеріальний тиск пацієнта під час операції, зменшити кровотечу та необхідність алогенного переливання, а також покращити візуалізацію операційного поля. Хірургічні втручання у хребцевому

каналі вимагають «сухого» операційного поля, що дає змогу значно знизити ризик ушкодження корінців, не погіршуючи неврологічний результат.

Зі свого боку, більшість методів анестезії, зокрема спінальна та епідуральна, спричинюють вазоплегію та гіпотензію; це стосується й внутрішньовенної анестезії пропофолом та інгаляційної анестезії із використанням севофлюрану.

Нині відомо кілька методів забезпечення керованої гіпотензії: зниження хвилинного об'єму кровообігу шляхом зниження переднавантаження під впливом нітрогліцерину та зниження частоти та сили серцевих скорочень через застосування  $\beta$ -адреноблокаторів. Такі медикаментозні препарати як гангліоблокатори,  $\alpha$ -адреноблокатори, вазодилататори прямої дії, блокатори кальційових каналів, пуринові похідні, прогландин E1 дають змогу знизити загальний периферичний судинний опір.

У власній практиці за необхідності проведення фармакологічної корекції артеріального тиску ми віддаємо перевагу препарату урапідил, який блокує  $\alpha 1$ -адренорецептори, знижує загальний периферичний судинний опір, та регулює центральний механізм підтримання судинного тонуусу шляхом стимуляції серотонінових рецепторів судиннорухового центру, попереджаючи рефлекторне підвищення тонуусу симпатичної нервової системи. Частота серцевих скорочень та серцевий викид за таких умов не змінюються, що є конче важливим для попередження гіпоперфузії органів та тканин.

Мета цього підрозділу полягає у дослідженні ефективності та безпечності керованої гіпотензії з використанням  $\alpha$ -адреноблокатору урапідилу при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта у прон-позиції.

Для дослідження ефективності керованої гіпотензії ми оцінювали об'єм кровотрати за методом Мооге та за динамікою рівня гемоглобіну до операції та через 48 год після операції, коли всі водні сектори поверталися до збалансованого стану. Пацієнти, у яких по ранових дренажах за перші 24 год виділялося 100 мл рідини та більше, з дослідження виключали. Усі пацієнти мали нормальні передопераційні показники коагулограми (Табл. 3.16).

Цільовою умовою дослідження було підтримання гемодинамічних показників у межах САТ від 60 мм рт.ст. до 80 мм рт. ст. Якщо САТ знижувався нижче 60 мм рт. ст. використовували титрування фенілефрину (з попереднім введенням атропіну сульфату 0,5 мг), якщо підвищувався вище 80 мм рт. ст. – титрування урапідилу. Урапідил вводився початково у дозі 15 мг болюсно, через 3 хв, за необхідності, повторний болюс 10 мг, далі 10 мг/год за допомогою інфузійного пристрою.

Хірургічний розріз не проводився, доки гемодинамічні показники не досягали цільових значень. Якщо гемодинаміку не вдавалося підтримати даними засобами у жорсткому діапазоні – пацієнт з дослідження виключався. Таким чином, для аналізу було відібрано 129 пацієнтів групи СА та 96 пацієнтів групи ТВА. Демографічна характеристиками пацієнтів представлена у таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 – Характеристика пацієнтів обстежуваних груп (M ± SD)

Група пацієнтів	Вік, років	ІМТ, кг/м <sup>2</sup>
Група СА (n = 129)	45,8 ± 10,3	26,4 ± 3,5
Група ТВА (n = 96)	47,1 ± 13,8	27,0 ± 4,2

На обсяг крововтрати, безумовно, впливає й об'єм оперативного втручання. Ми перевірили співставність груп і за даною ознакою. Пацієнтам групи СА під час операції було встановлено в середньому 4,4 ± 0,8 транспедикулярних гвинтів, пацієнтам групи ТВА - 4,5 ± 0,8, різниця між групами недостовірна,  $p > 0,05$ . Можна говорити про співставність груп за об'ємом оперативного втручання.

Жоден із пацієнтів не отримував антифібринолітичні засоби під час та після оперативного втручання. Жодному з пацієнтів не проводилась трансфузія препаратів крові ані в інтраопераційному, ані у післяопераційному періоді.

Дослідження показало, що показники середнього артеріального тиску на початку спостереження (при надходженні до операційної) значущо не

відрізнялися між групами та складали ( $96,7 \pm 8,8$ ) мм рт. ст. у групі ТВА та ( $95,9 \pm 10,4$ ) мм рт. ст. у групі СА (табл. 3.17).

Таблиця 3.17 – Динаміка САТ (мм рт. ст.) на етапах дослідження ( $M \pm SD$ )

Вид анестезії	При надходженні до операційної	Через 20 хв після початку анестезії	На момент хірургічного доступу
ТВА, n = 96	$96,7 \pm 8,8$	$83,5 \pm 5,6$	$74,4 \pm 4,9$
СА, n = 129	$95,9 \pm 10,4$	$75,4 \pm 5,2^*$	$69,5 \pm 4,8$

Урапідил для корекції гемодинаміки вводився 23 пацієнтам ( $21,9 \pm 4,0$ ) % групи ТВА та лише 4 пацієнтам ( $3,6 \pm 1,8$  %) групи СА. Середня доза урапідилу, що вводився пацієнтам групи ТВА склала ( $36,2 \pm 5,3$ ) мг, а пацієнтам групи СА – ( $16,8 \pm 5,1$ ) мг, різниця достовірна,  $p < 0,05$ . Сипатоміметики використовувались у 17 пацієнтів групи СА ( $15,5 \pm 3,4$  %). Таким чином, на весь час втручання вдалося підтримувати САТ в межах від 60 мм рт.ст. до 80 мм рт. ст. Проте, у групі СА середній артеріальний тиск був статистично значущо нижчим, ніж у пацієнтів групи ТВА, як через 20 хвилин після повороту ( $(75,4 \pm 5,2)$  мм рт. ст. проти ( $83,5 \pm 5,6$ ) мм рт. ст.,  $p < 0,05$ ), так і на момент розрізу ( $(69,5 \pm 4,8)$  мм рт. ст. проти ( $74,4 \pm 4,9$ ) мм рт. ст.,  $p < 0,05$ ).

Крововтрату оцінювали за методом Мооге та за різницею передопераційного та післяопераційного (через 48 годин) рівнів гемоглобіну. Порівнювали також непрямі вторинні ознаки, на які могла впливати підвищена кровоточивість (табл. 3.18). Такими ознаками були час операційного доступу (від розрізу до встановлення першого транспедикулярного гвинта) та загальний час операції.

Таблиця 3.18 - Об'єм крововтрати, різниця рівню гемоглобіну та час оперативного втручання у пацієнтів досліджуваних груп,  $M \pm SD$

Вид анестезії	Об'єм крововтрати за Moore, мл	Різниця гемоглобіну, г/л	Час хірургічного доступу, хв	Загальний час оперативного втручання, хв
СА, n = 129	393,2 ± 183,4	21,6 ± 10,5	15,9 ± 3,2	104,6 ± 26,3
ТВА, n = 96	374,1 ± 201,3	23,9 ± 11,2	17,8 ± 3,5	128,5 ± 40,0

В результаті дослідження об'єму крововтрати, що була розрахована за формулою Moore, у пацієнтів групи СА він склав (393,2 ± 183,4) мл, а у пацієнтів групи ТВА (374,1 ± 201,3) мл без достовірної різниці між групами,  $p > 0,05$ . Різниця перед- та післяопераційного гемоглобіну у пацієнтів групи СА склала (21,6 ± 10,5) г/л, а у пацієнтів групи ТВА (23,9 ± 11,2) г/л також без достовірної різниці між групами,  $p > 0,05$ . Проте, час оперативного доступу був достовірно більшим у пацієнтів групи ТВА ((17,8 ± 3,5) хв проти (15,9 ± 3,2) хв у пацієнтів групи СА,  $p < 0,05$ ) та загальний час оперативного втручання був також достовірно більшим у пацієнтів групи ТВА порівняно із пацієнтами групи СА ((128,5 ± 40,0) хв проти (104,6 ± 26,3) хв,  $p < 0,01$ ).

Ми також просили оперуючого хірурга оцінити кровоточивість операційної рани за шкалою: 1 бал - «сухе» операційне поле, 2 бали - задовільна візуалізація операційного поля, 3 бали - незадовільна візуалізація операційного поля. Результати нашого дослідження виявили наступне. Значно комфортніше для роботи хірурга операційне поле було у пацієнтів групи СА. У цих пацієнтів середній бал складав (1,47 ± 0,57), а в групі ТВА (1,99 ± 0,63), різниця статистично значуща,  $p < 0,05$ . При цьому у групі СА кількість пацієнтів із незадовільною візуалізацією операційного поля склала 7,2 %, у той час як у групі ТВА 16,1 %, навіть незважаючи на проведення гіпотензивної анестезії.

Зважаючи на нещодавні дослідження впливу підвищеного індексу маси тіла на об'єм крововтрати та тривалість оперативного втручання ми провели кореляційний аналіз. Отримані нами розрахунки вказують на слабкий кореляційний зв'язок між об'ємом крововтрати та ІМТ ( $r = 0,24$ ) та сильний

кореляційний зв'язок між тривалістю оперативного втручання та ІМТ ( $r = 0,71$ ,  $p = 0,038$ ).

### 3.3.2 Дослідження безпечності використання керованої гіпотензії при оперативних втручаннях на хребті

Найбільшими лімітуючими чинниками при виконанні керованої гіпотензії виступають ризики гіперперфузії органів та тканин. У випадку оперативних втручань на хребті у положенні на животі – це ураження спинного мозку та органу зору. Останньому присвячена окрема глава рукопису.

З метою оцінки функції спинного мозку ми визначали неврологічні порушення за Oswestry Disability Index перед операцією та на 10 добу після операції (табл. 3.19).

Таблиця 3.19 - Порушення неврологічних функцій пацієнтів згідно Oswestry Disability Index у перед- та післяопераційному періоді, бали ( $M \pm SD$ )

Група	Перед операцією	На 10 добу після операції
СА, n = 129	51,0 ± 12,5	21,4 ± 7,2 <sup>1)</sup>
ТВА, n = 96	49,7 ± 11,6	20,8 ± 6,4 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> –  $p < 0,001$  порівняно з передопераційним рівнем.

Результати дослідження показали, що у пацієнтів обох груп неврологічний дефіцит перед операцією достовірно не розрізнявся і складав ( $51,0 \pm 12,5$ ) балів у пацієнтів групи СА та ( $49,7 \pm 11,6$ ) балів у пацієнтів групи ТВА ( $p > 0,05$ ), що відповідає тяжкому обмеженню активності, що й було показанням до оперативного втручання. У післяопераційному періоді рівень неврологічного дефіциту у пацієнтів обох груп достовірно знизився, проте різниці між групами виявлено не було ( $p > 0,05$ ). Так, у групі СА він складав ( $21,4 \pm 7,2$ ) бали ( $p < 0,001$  порівняно з передопераційним рівнем), а у групі ТВА ( $20,8 \pm 6,4$ ) балів ( $p < 0,001$  порівняно з передопераційним рівнем), обидва

показника відповідають мінімальному обмеженню активності. При цьому слід підкреслити, що середній артеріальний тиск у всіх хворих групи СА був достовірно нижче, ніж у групі ТВА ( $p < 0,05$ ), проте не був нижчим 60 мм рт.ст. у всіх випадках.

Для оцінки функції нирок ми порівняли концентрації креатиніну у сироватці крові пацієнтів перед операцією та на 3 добу післяопераційного періоду (табл. 3.20). Ми не отримали жодної достовірної різниці між групами пацієнтів та між етапами дослідження ( $p > 0,05$ ).

Таблиця 3.20 – Динаміка концентрації креатиніну у пацієнтів досліджуваних груп, мкмоль/л,  $M \pm SD$

Група	Перед операцією	На 3 добу після операції
СА	48,3 ± 8,4	45,4 ± 7,2
ТВА	51,7 ± 9,5	47,7 ± 7,9

Таким чином, можна вважати, що використання керованої гіпотензії з підтриманням САТ в межах від 60 мм рт.ст. до 80 мм рт. ст. під час операцій на поперековому відділі хребта є безпечним, бо не чинить негативного впливу на швидкість післяопераційного відновлення неврологічних функцій та рухової активності, ані при використанні спінальної анестезії, ані загальної внутрішньовенної анестезії на основі пропофолу та фентанілу. Керована гіпотензія не спричиняє порушення функції нирок у післяопераційному періоді. Нами також не було зафіксовано інтра- та післяопераційних змін сегменту ST у жодного з обстежених пацієнтів.

### **3.4 Особливості процесів в спинномозковому каналі у прон-позиції**

#### **3.4.1 Особливості анатомії спинномозкового каналу у прон-позиції та їх вплив на розподіл гіпербаричного контрасту**

Оперативні втручання на поперековому відділі хребта в прон-позиції можуть бути успішно виконані з використанням різних методів анестезії. Традиційно застосовується загальна анестезія. Це пов'язано з багатьма

чинниками, зокрема з меншою сприйнятливістю пацієнта в умовах вимкненої свідомості, можливістю проведення тривалих операцій та можливостями для контролю за прохідністю дихальних шляхів у прон-позиції. Проте на сьогодні все частіше надається перевага нейроаксиальним методам, таким як спінальна анестезія, при хірургічному лікуванні патологій хребта. Спінальна анестезія широко використовується в загальній ортопедичній та судинній хірургії, має низку переваг, зазначених у літературі, зокрема швидкий початок, меншу інтраопераційну крововтрату, менший ризик тромбоемболічних, легеневих ускладнень та післяопераційної когнітивної дисфункції. Це також дає змогу пацієнтові дихати самостійно та скорочує період відновлення після анестезії. Попри безпечність та ефективність використання спінальної анестезії при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта у прон-позиції, нині не існує єдиного підходу до методики, виду, дози, швидкості введення та баричності місцевого анестетика.

Клінічна картина спінального блоку, вираженість його проявів, а отже, і якість спінальної анестезії, наявність або відсутність ускладнень, суттєво визначаються ступенем поширення місцевого анестетика в субарахноїдальному просторі.

Досліджень з оцінки розподілу місцевих анестетиків у прон-позиції та їх фармакокінетики у цереброспінальній рідині практично немає, що об'єктивно пов'язано з серйозними технічними труднощами. Основний обсяг інформації отриманий через методи оцінки диференційованого блоку й різних неврологічних реакцій, як індикаторів появи в лікворі місцевого анестетика на тому чи іншому рівні.

Метою цього етапу наукової роботи було дослідження анатомічних особливостей дурального мішка при патології хребта та механізмів розподілу гіпербаричної речовини у ньому у прон-позиції та формування спінального блоку у хірургії поперекового відділу хребта у прон-позиції.

Для виявлення загальних закономірностей розподілу гіпербаричного місцевого анестетика для розвитку спінальної анестезії у пацієнтів у прон-

позиції ми дослідили розподіл гіпербаричної рентгенконтрастної рідини ультравіст 300 у субдуральному просторі у положенні пацієнта на животі. Для цього ми проаналізували дані 30 комп'ютерно-томографічних мієлографічних досліджень у коронарних, сагітальних і поперечних зрізах.

У результаті дослідження було виявлено, що внаслідок сидіння протягом 1 хв після введення контрасту весь препарат накопичується нижче рівня введення.

Після прийняття горизонтального положення на спині (нахил стола не допускається та ретельно перевіряється) 10 мл рентгенконтрастної речовини не «переливається» через перепону поперекового лордозу і залишається нижче рівня L3 у 83,3 % пацієнтів (рис. 3.12). Максимальна товщина шару (накопичення) рентгенконтрастної речовини у цих пацієнтів спостерігається на рівні L5 хребця.



Рисунок 3.12 – Розподіл гіпербаричної рентгенконтрастної речовини у положенні пацієнта на спині

Після прийняття горизонтального положення у прон-позиції контрастна речовина внаслідок сили тяжіння переміщується до поперекового лордозу вздовж передньої (у даній позиції нижньої) половини дурального мішка. При цьому кінський хвіст відтісняється до верхньої половини дурального мішка (рис. 3.13).

При досягненні рівня спинного мозку (зазвичай рівень L1 хребця) гіпербаричний контраст все ще займає передню половину дурального мішка, омиваючи передні (рухові) корінці спинного мозку (рис. 5.3), а спинний мозок не зміщується і розташований центрально.

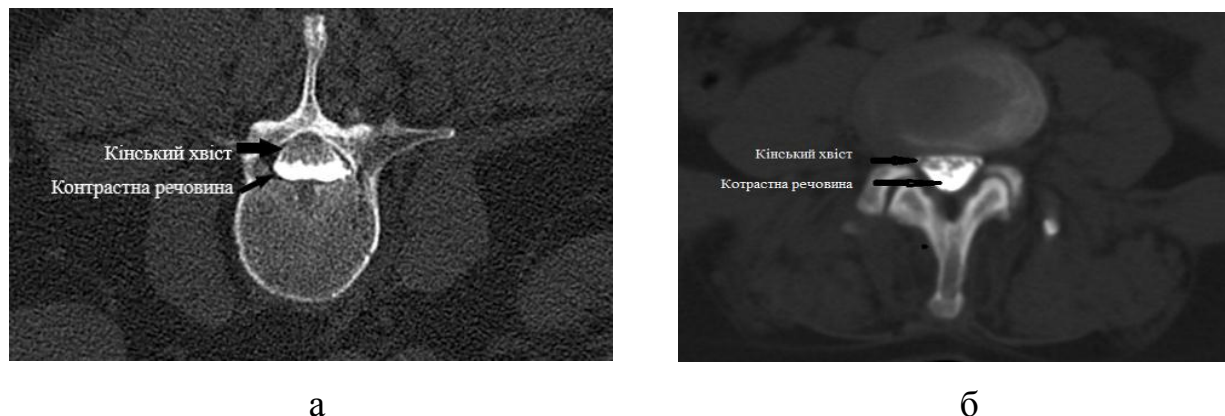


Рисунок – 3.13. Зріз дурального мішка на рівні LIII хребця у пацієнта у положенні на животі та у положенні на спині: а. прон-позиція; б. положення на спині.

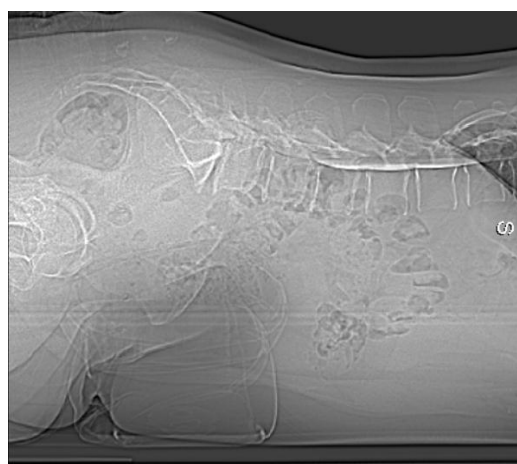
Якщо пацієнт залишався у горизонтальному положенні на животі розподіл гіпербаричної рентгенконтрастної речовини сягав у більшості пацієнтів (73,3 %) рівня Th11 хребця, у 10,0 % - рівня Th12-L1 хребців та у 16,7 % - на рівні Th10 та вище (рис.. 3.14). При цьому максимальна товщина шару рентгенконтрастної речовини спостерігалась на рівні L1-L3 хребця.



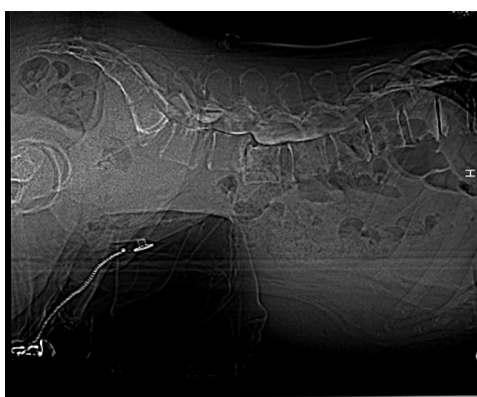
Рисунок 3.14 – Поперечний зріз дурального мішка на рівні ThXI хребця. Пацієнт у прон-позиції. Гіпербаричний контраст займає передню половину дурального мішка, спинний мозок в центрі



а.



б.



в.

Рисунок 3.15 – Розподіл гіпербаричного розчину у дуральному мішку у прон-позиції в залежності від особливостей анатомії поперекового лордозу: а, б – варіанти нормального розподілу контрастної речовини. в - розподіл гіпербаричного контрасту на фоні антелістезу L3 та ретролістезу ThXII.



Рисунок 3.16 – КТ-мієлограма пацієнта із спінальним стенозом

Необхідно також мати на увазі, що при зміщеннях тіл хребців один по відношенню до іншого (антелістез або ретролістез) формується додаткове заглиблення або, навпаки, перепона у дуральному мішку у прон-позиції, що

суттєво впливає на розподіл гіпербаричного розчину (рис. 3.15 В), та може впливати на ефективність спінальної анестезії.

Дискусійним залишається питання щодо можливості проведення спінальної анестезії у пацієнтів зі спінальним стенозом. Слід зазначити, що стеноз хребта є поширеним явищем, навіть у осіб без симптомів, який часто можна діагностувати лише за допомогою КТ-дослідження. Поширеність стенозу, безсумнівно, збільшується з віком і становить 19,4 % у осіб віком від 60 років до 69 років. Рішення про проведення певної спінальної техніки у пацієнтів з відомим спінальним стенозом має ґрунтуватися на обізнаності щодо можливих ризиків, і це слід обговорити з пацієнтом.

Дані КТ-мієлографії показують, що у пацієнтів навіть з абсолютним спінальним стенозом частина контрастної рідини розповсюджується по обидві сторони від рівня стенозу не зважаючи на рівень люмбальної пункції та введення контрасту (рис. 3.16). Ці дані підтверджуються також клінічними спостереженнями: в усіх пацієнтів, які були оперовані з приводу спінального стенозу в умовах спінальної анестезії, остання була адекватною та забезпечила повноцінне хірургічне знеболення.

Таким чином, зважаючи на анатомічні особливості хребта та дегенеративні зміни у ньому, можна прогнозувати принципи розподілу місцевого анестетика у дуральному мішку. Прикладом нестандартної анатомії хребта була пацієнтка М., у якої найглибша точка поперекового лордозу припадала на хребець L5 та promontorium (рис. 3.17).

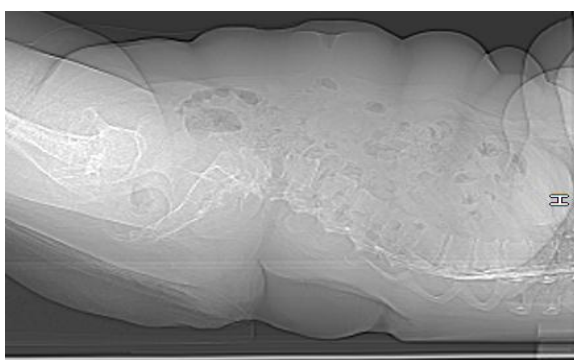


Рисунок 3.17 – Варіант анатомії поперекового лордозу з вищою точкою на рівні L5 хребця

У цьому випадку при вкладанні пацієнта на спину увесь об'єм гіпербаричного розчину зтікає до вершини грудного кіфозу з високою ймовірністю розвитку високого блоку.

### **3.4.2 Особливості перебігу спінальної анестезії під час оперативних втручань у прон-позиції**

Проблема вибору анестетика для спінальної анестезії при положенні пацієнта у прон-позиції з огляду на його баричність залишається невирішеною. Ми провели порівняльний аналіз ефективності й безпеки використання ізобаричного та гіпербаричного розчинів бупівакаїну при спінальній анестезії при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта.

Для подальшого дослідження пацієнти були розподілені на 3 підгрупи: ГБ5 – гіпербаричний бупівакаїн та переверот у прон-позицію через 5 хв, ГБ10 – гіпербаричний бупівакаїн та переверот у прон-позицію через 10 хв, ІБ – ізобаричний бупівакаїн та переверот одразу після виконання люмбальної пункції та введення місцевого анестетика.

Усі пацієнти мали достатній рівень аналгезії для проведення оперативного втручання тривалістю до 3 год. Рівень сенсорного блоку був достовірно вище у обох групах застосування гіпербаричного розчину порівняно з ізобаричним, проте у всіх випадках був достатнім для проведення оперативного втручання на хребцях L3 та нижче (хірургічний розріз при цьому починається відповідно на 1,5-2 сегменти вище). Моторний блок був однаково максимальним (Bromage 3) у всіх групах через 15 хв після введення анестетика. Відновлення рухів у підгрупі ГБ10 було достовірно повільнішим, аніж у групі ІБ. Через 3 год рівень сенсорного блоку був достовірно вищим у підгрупі ГБ5, порівняно із двома іншими підгрупами, а рівень моторного блоку був вищим у підгрупі ГБ10 (табл. 3.21).

Таблиця 3.21–. Результати дослідження пацієнтів обстежуваних підгруп,  $M \pm SD$ 

Показник	Підгрупа ГБ5, n = 48	Підгрупа ГБ10, n = 48	Підгрупа ІБ, n = 48	p
Сенсорний блок 15 хв., рiнргiск тест, хребець Th	8,6 ± 1,9	8,3 ± 1,6	10,1 ± 1,5	p>0,05 <sup>1)</sup> p<0,01 <sup>2)</sup> p<0,01 <sup>3)</sup>
Моторний блок 15 хв., бали, шкала Bromage	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	p>0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
Сенсорний блок 3 год, рiнргiск тест, хребець Th	10,3 ± 1,8	12,1 ± 1,1	11,8 ± 1,7	p<0,05 <sup>1)</sup> p<0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
Моторний блок 3 год, бали, шкала Bromage	2,4 ± 0,3	2,8 ± 0,2	2,3 ± 0,4	p<0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p<0,05 <sup>3)</sup>
Систолічний АТ < 80 мм рт. ст.	16,7 ± 5,4 %	14,6 ± 5,1 %	16,7 ± 5,4%	p>0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
ЧСС < 50 за хв	10,4 ± 4,4 %	10,4 ± 4,4 %	12,5 ± 4,8 %	p>0,05 <sup>1)</sup> p>0,05 <sup>2)</sup> p>0,05 <sup>3)</sup>
Початок операції, хв	20,2 ± 4,5	24,3 ± 3,4	14,1 ± 3,2	p>0,05 <sup>1)</sup> p<0,05 <sup>2)</sup> p<0,01 <sup>3)</sup>

1) – рівень статистичної значущості при порівнянні груп ГБ5 та ГБ10;

2) – рівень статистичної значущості при порівнянні груп ГБ5 та ІБ;

3) – рівень статистичної значущості при порівнянні груп ГБ10 та ІБ.

Зміни гемодинаміки оцінювали за частотою зниження систолічного АТ нижче 80 мм рт. ст. та ЧСС нижче 50 уд./хв (атропін в премедикацію не вводився жодному пацієнту). Достовірної різниці у змінах гемодинаміки у пацієнтів обстежуваних груп виявлено не було. У випадках змін гемодинаміки нижче вказаних лімітів титрувався розчин фенілефрину та атропіну до досягнення рівня САТ 60 мм рт. ст. (усі вертебрологічні оперативні втручання виконувалися в умовах керованої гіпотензії).

Очікувано, що оперативне втручання починалось швидше у групі, де був застосований ізобаричний бупівакаїн ((14,1 ± 3,2) хв проти (20,2 ± 4,5) хв у

пацієнтів групи ГБ5 та  $24,3 \pm 3,4$  хв у пацієнтів групи ГБ10), оскільки одразу після інтратекального введення розчину місцевого анестетика пацієнт самостійно лягав у прон-позицію та одразу починалась обробка операційного поля.

Наслідком проведення спінальної анестезії при оперативних втручаннях на хребті у прон-позиції можуть бути такі неспецифічні ускладнення як головний біль, нудота, блювання, запаморочення, післяопераційна затримка сечовипускання.

Метою цього етапу дослідження було вивчення ранніх післяопераційних ускладнень, спричинених різними видами знеболення при операціях на поперековому відділі хребта.

Оцінювання зазнали такі ускладнення як неспецифічний післяопераційний головний біль (без акценту на його локалізацію), який виникав упродовж перших 5 діб після операції (за шкалою ВАШ – від 1 балу до 10 балів), післяопераційну затримку сечовипускання (за потребою виконували катетеризацію сечового міхура), нудоту, блювання та запаморочення (за суб'єктивною оцінкою: немає ознаки – 1 бал, дуже виражена ознака – 5 балів). Для виявлення, чи ці ускладнення дійсно пов'язані із спінальною анестезією, ми порівняли ці дані із даними групи ТВА. Отримані дані наведені у таблицях 3.22 та 3.23.

Таблиця 3.22 – Частота розвитку головного болю після оперативних втручань на поперековому відділі хребта, абс.,  $P \pm Sp$

Вік	СА (n = 144)		ТВА (n = 110)	
	Чоловіки (n = 79)	Жінки (n = 65)	Чоловіки (n = 79)	Жінки (n = 65)
До 40 років	2 ( $2,5 \pm 1,8$ %)	4 ( $6,2 \pm 3,0$ %) <sup>1)</sup>	2 ( $2,5 \pm 1,8$ %)	4 ( $6,2 \pm 3,0$ %) <sup>1)</sup>
40 років та старше	1 ( $1,3 \pm 1,3$ %)	2 ( $3,1 \pm 2,1$ %) <sup>1)</sup>	1 ( $1,3 \pm 1,3$ %)	2 ( $3,1 \pm 2,1$ %) <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  порівняно з чоловіками цієї ж групи

За нашими даними частота головного болю була нижчою, ніж за інформацією інших авторів. Розбіжності при оцінюванні післяпункційного

головного болю складали від 2 % до 36 %. Відомо, що післяпункційний головний біль напряму залежить від багатьох чинників: стать і вік пацієнта, індекс маси тіла, тип голки, за допомогою якої виконують маніпуляцію, навіть техніка виконання анестезії. Тому у нашому дослідженні всім пацієнтам анестезія виконувалася одним кваліфікованим анестезіологом і застосовувалась голка типу Quinke, діаметр G25.

За таких умов частота головного болю достовірно була вищою у жінок в обох вікових групах проти групи чоловіків ( $p < 0,05$  для обох груп). Найвищою вона була у пацієток до 40 років:  $6,2 \pm 3,0$  % у групі СА та  $5,8 \pm 3,2$  % у групі ТВА. При цьому достовірної різниці між групами виявлено не було.

Низьку частоту післяпункційного головного болю після оперативних втручаннях на хребті можна пояснити локальним набряком м'яких тканин, який виникає в ділянці оперативного втручання (яка одночасно є зоною виконання спінальної анестезії). Ймовірно набряк тканин з локальною запальною відповіддю є перешкодою для витоку ліквору через післяпункційний отвір у твердій мозковій оболонці.

Інтенсивність головного болю за ВАШ у жодному випадку не перевищувала 3 бали, що не вимагало специфічного лікування.

Післяопераційну гостру затримку сечовипускання ми діагностували при неможливості самостійного сечовипускання, що виникла раптово у післяопераційному періоді (табл. 3.23), при наявності позивів до нього й наповненому сечовому міхурі впродовж від 6 год до 10 год після операції. Наповнення сечового міхура оцінювали за допомогою УЗД. Показанням для катетеризації сечового міхура вважається резидуальний об'єм сечі 400 мл. Найбільш вживаною формулою для розрахунку об'єму сечового міхура є формула:

$$V = 0,75 * \text{висота} * \text{ширина} * \text{довжина}$$

То ж, для швидкої оцінки вважали за показання для катетеризації, якщо будь-який з розмірів дорівнював або перевищував 10 см.

Механізм післяопераційної гострої затримки сечовипускання пов'язують із зниженням внутрішньоміхурного тиску на 20–40 % в горизонтальному положенні, виключенням з акту сечовипускання передньої черевної стінки, з рефлекторним впливом операційної травми та анестезії на скорочувальну здатність сечового міхура.

За результатами нашого дослідження найчастіше потребували катетеризації сечового міхура у ранньому післяопераційному періоді чоловіки старше 40 років після спінальної анестезії ((19,0 ± 4,4) %,  $p < 0,05$ ), найрідше – чоловіки до 40 років після тотальної внутрішньовенної анестезії ((8,6 ± 3,7) %). Чоловіки старше 40 років після СА достовірно частіше потребували катетеризації проти жінок групи СА та пацієнтів групи ТВА. В усіх інших пацієнтів достовірної різниці між групами виявлено не було. Жоден з пацієнтів не потребував повторної катетеризації сечового міхура.

Таблиця 3.23 – Частота розвитку післяопераційної затримки сечовипускання після оперативних втручань на поперековому відділі хребта, абс.,  $P \pm Sp$

Вік	СА (n = 144)		ТВА (n = 110)	
	Чоловіки (n = 79)	Жінки (n = 65)	Чоловіки (n = 79)	Жінки (n = 65)
До 40 років	10 (12,7 ± 3,7 %)	7 (10,8 ± 3,8 %)	5 (8,6 ± 3,7 %)	6 (11,5 ± 4,4 %)
40 років та старше	15 <sup>1,2)</sup> (19,0 ± 4,4 %)	8 (12,3 ± 4,1 %)	6 (10,3 ± 4,0 %)	5 (9,6 ± 4,1 %)

<sup>1)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  у порівнянні з жінками групи СА;

<sup>2)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  у порівнянні із пацієнтами групи ТВА.

продовж післяопераційного періоду проводили профілактику післяопераційної нудоти та блювання згідно зі стандартними протоколами. Усі пацієнти з наявністю принаймні двох чинників ризику отримували 4 мг дексаметазону внутрішньовенно на початку операції та 4 мг ондансетрону наприкінці операції. Через це виразність цих показників, оцінених пацієнтами самостійно у балах, була мінімальною (Табл. 3.24). Однак, післяопераційна

нудота була достовірно нижче у групі спінальної анестезії порівняно із групою ТВА ( $p < 0,05$ ). Різниця у післяопераційному блюванні та запамороченню між групами була недостовірною.

Таблиця 3.24 – Виразність післяопераційної нудоти, блювання та запаморочення у пацієнтів досліджуваних груп, бали,  $M \pm SD$ .

Група пацієнтів	Нудота	Блювання	Запаморочення
СА	1,2 $\pm$ 0,3	1,1 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,6
ТВА	1,8 $\pm$ 0,4 <sup>1)</sup>	1,2 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 0,5

<sup>1)</sup> – рівень статистичної значущості  $p < 0,05$  у порівнянні із групою СА.

Вертеброгенний больовий синдром у більшості пацієнтів є «позозалежним», тобто пацієнти здатні знаходитись у якомусь одному положенні, оскільки інші значно посилюють больовий синдром. Найскладнішим контингентом були пацієнти, які могли знаходитись лише у положенні на животі, або яким для переміщення на операційний стіл потребувалась глибока аналгоседація, що вкрай утруднює або унеможлиблює виконання спінальної анестезії у класичних позиціях. Для таких пацієнтів ( $n = 17$ ) ми використовували метод виконання спінальної анестезії безпосередньо у прон-позиції.

Цим пацієнтам ми попередньо проводили аналгоседацію фентанілом 7 мкг/кг внутрішньовенно, після зменшення болю пацієнта вкладали в прон-позицію, у проміжок L2-L3 або L3-L4 вводили голку для спінальної анестезії типу Quinke паравертебральним доступом, після появи ліквору у павільйоні голки до субарахноїдального простору вводили 4,0 мл 0,5 % розчину ізобаричного бупівакаїну. Якщо після появи відчуття «провалу» ліквор не з'явився, повільно проводилась аспіраційна проба: при отриманні ліквору вводився розчин місцевого анестетика. Після введення місцевого анестетика положення пацієнта не змінювалось.

У 16 з 17 ((94,1  $\pm$  5,7) %) пацієнтів спінальна анестезія була успішною, а у одного пацієнта потребувалось змінити вид анестезії на загальну. З 16 пацієнтів провести голку до субарахноїдального простору з першої спроби вдалося 10 пацієнтам ((58,8  $\pm$  11,9) %), з другої – 3 пацієнтам ((17,6  $\pm$  9,2) %), більше 2 спроб

знадобилось 3 пацієнтам ( $(17,6 \pm 9,2) \%$ ). Ліквор у павільзоні голки з'явився у 12 пацієнтів без аспірації ( $(70,6 \pm 11,1) \%$ ), а у 5 пацієнтів потребувалась аспірація ( $(29,4 \pm 11,1) \%$ ). Рівень сенсорного блоку склав  $(11,5 \pm 1,6) \text{ Th}$ , рівень моторного блоку Bromage 3 у всіх пацієнтів через 15 хв після анестезії. Через 3 години рівень сенсорного блоку складав  $(12,1 \pm 1,8) \text{ Th}$ , рівень моторного блоку Bromage  $(2,3 \pm 0,7)$ . Один з 16 пацієнтів потребував корекції гемодинаміки фенілефрином, у інших пацієнтів зниження САТ нижче 60 мм рт.ст. не спостерігалось.

### **3.5 Больовий синдром та вплив медикаментозного лікування після оперативних втручань на поперековому відділі хребта**

#### **3.5.1 Больовий синдром, післяопераційне знеболення та когнітивні функції при операціях на поперековому відділі хребта**

Одним з основних клінічних проявів дегенеративних уражень хребта є біль, який найчастіше локалізується у нижній частині спини. Це один з найбільш поширених хронічних больових станів, які трапляються у світовій клінічній практиці. Для болю у поперековому відділі хребта характерні поширені больові відчуття, м'язова напруга та спазм, локалізовані від нижнього краю реберної дуги до сідничних складок, у поєднанні з корінцевим болем і без нього [253].

Хоча біль у спині часто виникає через ноцицептивні (механічні) причини, нейропатичні механізми відіграють значну роль у більшості хронічних болів у спині. За оцінками, майже 5 % населення в цілому відчують біль в спині з нейропатичним компонентом [254], однак, згідно з деякими повідомленнями, до 16–55 % пацієнтів з тяжким хронічним болем у спині мають ймовірний нейропатичний механізм [255].

Нейропатичний біль пов'язаний з пошкодженням периферичної та/або центральної нервової системи, але це пошкодження не завжди має структурний характер, а виявляється порушенням сприйняття аферентної стимуляції.

Відомо, що больові відчуття за своєю природою є суб'єктивними: характер больових відчуттів, їх особливості, інтенсивність та емоційне забарвлення детермінуються не тільки морфологічними змінами, але й психологічними чинниками. У формуванні хронічного болю в поперековому відділі хребта мають певне значення психологічні чинники: стрес, депресія та тривожність [255].

Серед провідних психологічних чинників, які впливають на формування больового синдрому та знижують ефективність оперативного лікування, – симптоми психологічного дистресу, зокрема тривога та депресія. Високий рівень тривоги та депресії у пацієнтів з дегенеративними ураженнями хребта є прогностично несприятливим щодо результатів хірургічного лікування больових синдромів, а також ймовірності їх подальших рецидивів.

Мета цього етапу дослідження полягала у оцінці характеристик больового синдрому та когнітивних функцій у пацієнтів, які готуються до оперативного втручання на поперековому відділі хребта, динаміки післяопераційного больового синдрому та на їх основі розробка та обґрунтування режиму мультимодальної аналгезії у післяопераційному періоді.

### **3.5.2 Особливості больового синдрому при дегенеративних захворюваннях поперекового відділу хребта**

На передопераційному етапі дуже важливо було сформулювати характеристики болю, виявити кількість пацієнтів з нейропатичним болем. Об'єктивізація болю є важливим при плануванні оперативного втручання, для оцінки лікування та подальшого спостереження, що вимагає необхідність встановлення надійних клінічних параметрів.

У результаті дослідження за допомогою опитувальника DN4 було виявлено, що нейропатичний біль у передопераційному періоді спостерігався у 62,2 % з обстежених хворих (79 пацієнтів з 127). При цьому кореляції з тривалістю від початку болю нам виявити не вдалось ( $r = 0,12$ ,  $p > 0,05$ ). Кількість пацієнтів з нейропатичним компонентом болю у обох основних групах (СА та ТВА) достовірно не відрізнялась. При аналізі контингенту хворих

без нейропатичного болю та з нейропатичним болем були виявлені наступні закономірності. Пацієнти за віком достовірно не відрізнялись ( $(48,5 \pm 10,7)$  років проти  $(43,1 \pm 9,2)$  років,  $p > 0,05$ ), суттєвої різниці в індексі маси тіла не відзначалося ( $p > 0,05$ ). Відзначена достовірна різниця у гендерному розподілі: серед пацієнтів без нейропатичного болю жінок лише  $(36,8 \pm 4,5) \%$ , тоді як серед пацієнтів із нейропатичним болем –  $(55,5 \pm 4,2) \%$ ,  $p < 0,05$ . Таким чином можна стверджувати, що жінки були більш схильними до розвитку нейропатичного болю.

У пацієнтів з нейропатичним компонентом біль був достовірно сильнішим, ніж у пацієнтів з виключно ноцицептивним болем. Так, у спокої у пацієнтів без нейропатичного болю рівень за ВАШ складав  $(3,3 \pm 2,7)$  балів, а у пацієнтів з нейропатичним болем –  $(5,1 \pm 1,7)$  бали, різниця між групами достовірна ( $p < 0,05$ ). При рухах рівень болю у пацієнтів без нейропатичного болю складав  $5,7 \pm 2,8$  бали, а у пацієнтів з нейропатичним болем –  $(7,7 \pm 1,5)$  бали, різниця між підгрупами достовірна ( $p < 0,05$ ) (табл. 3.25).

Таблиця 3.25 – Рівень передопераційного болю за ВАШ та даними альгометрії у пацієнтів в залежності від характеру больового синдрому,  $M \pm SD$

Групи	Біль у спокої, ВАШ	Біль під час руху, ВАШ	Біль альгометрія, кг/см <sup>2</sup>
Пацієнти без нейропатичного болю (n = 117)	$3,3 \pm 2,7$	$5,7 \pm 2,8$	$4,0 \pm 1,6$
Пацієнти з нейропатичним болем (n = 137)	$5,5 \pm 1,7^{1)}$	$7,7 \pm 1,5^{1)}$	$2,7 \pm 1,5^{1)}$

<sup>1)</sup> – відмінності по відношенню до пацієнтів без нейропатичного болю достовірні  $p \leq 0,05$ .

При альгометрії у зоні поперекового відділу хребта було виявлено, що толерантність до тиску достовірно вища у пацієнтів без нейропатичного болю ( $(4,0 \pm 1,6)$  кг/см<sup>2</sup> проти  $(2,7 \pm 1,5)$  кг/см<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ).

Таким чином, пацієнти, у яких передопераційний біль був розцінений, як нейропатичний, мали достовірно вищий загальний рівень болю та знижену толерантність при пресорній альгометрії.

Ми проаналізували ці ж показники на 3 та на 7 добу після виконання оперативного втручання (табл. 3.26 та 3.27) та виявили наступні закономірності.

У пацієнтів з нейропатичним болем середній рівень післяопераційного болю на 3 добу у спокої був також вищим, ніж у пацієнтів з виключно ноцицептивним болем ( $(1,5 \pm 1,6)$  балів проти  $(0,8 \pm 1,6)$  балів), а також спостерігалась статистично значуща знижена толерантність до пресорної альгометрії ( $(3,0 \pm 1,7)$  кг/см<sup>2</sup> проти  $(4,3 \pm 0,9)$  кг/см<sup>2</sup>).

Таблиця 3.26 – Рівень післяопераційного болю за ВАШ та даними альгометрії на 3-ю добу після оперативного втручання у пацієнтів в залежності від характеру больового синдрому,  $M \pm SD$

Групи	Біль у спокої, ВАШ	Біль під час руху, ВАШ	Біль альгометрія, кг/см <sup>2</sup>
Пацієнти без нейропатичного болю (n = 117)	$0,8 \pm 1,6$	$2,1 \pm 1,8$	$4,3 \pm 0,9$
Пацієнти з нейропатичним болем (n = 137)	$1,5 \pm 1,6^{1)}$	$2,5 \pm 2,4$	$3,0 \pm 1,7^{1)}$

<sup>1)</sup> – відмінності по відношенню до пацієнтів без нейропатичного болю достовірні  $p \leq 0,05$ .

На 7 добу після операції (табл. 3.27) пацієнти з нейропатичним болем та без нього не мали достовірних відмінностей у силі болю. Проте, пресорна алгометрія все ще виявляла достовірно більш низьку толерантність у пацієнтів з нейропатичним болем ( $3,9 \pm 1,7$  проти  $4,8 \pm 0,6$  кг/см<sup>2</sup>). Це може свідчити про те, що нейропатичний компонент больового синдрому зникає після операції повільніше, ніж ноцицептивний.

З метою виявлення зв'язків між показниками больового синдрому нами були розраховані коефіцієнти кореляції Пірсона. Помірної сили позитивний зв'язок був виявлений між наступними показниками: альгометрія до операції –

альгометрія після операції ( $r = 0,68$ ;  $p = 0,038$ ), DN<sub>4</sub> - біль у спокої до операції ( $r = 0,48$ ,  $p = 0,046$ ), альгометрія до операції – біль після операції під час руху ( $r = 0,46$ ,  $p = 0,040$ ). Попри нашу наукову гіпотезу, наявність нейропатичного болю не залежала від тривалості перебігу больового синдрому.

Таблиця 3.27 – Рівень післяопераційного болю за ВАШ та даними альгометрії на 7-у добу після оперативного втручання у пацієнтів в залежності від характеру больового синдрому,  $M \pm SD$

Групи	Біль у спокої, ВАШ	Біль під час руху, ВАШ	Біль альгометрія, кг/см <sup>2</sup> ,
Пацієнти без нейропатичного болю (n = 117)	0,6 ± 1,0	1,3 ± 1,1	4,8 ± 0,6
Пацієнти з нейропатичним болем (n = 137)	0,7 ± 1,2	1,4 ± 1,5	3,9 ± 1,7 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> – відмінності по відношенню до пацієнтів без нейропатичного болю достовірні  $p < 0,05$ .

### 3.5.3 Післяопераційне знеболення пацієнтів після оперативних втручань на поперековому відділі хребта

Після проведення травматичних хірургічних втручань на хребті часто спостерігається виражений післяопераційний больовий синдром. Неадекватне післяопераційне знеболення після вертеброгенних операцій спричинює збільшення кількості серцево-судинних, легеневих ускладнень, утруднення ранньої реабілітації хворих.

Основою післяопераційного знеболення на сьогодні є концепція мультимодальної аналгезії. Дані доказової медицини обґрунтували спільне використання в схемах мультимодальної аналгезії опіоїдів, неопіоїдних аналгетиків (НПЗП, парацетамол), ад'ювантних препаратів і різних варіантів регіонарної аналгезії [256]. Але наразі відсутня єдина думка щодо впливу методу анестезії на післяопераційний біль при операціях на хребті. Тому задачею цього підрозділу наукової роботи став аналіз впливу анестезії та режиму післяопераційного знеболення на динаміку післяопераційного

больового синдрому та когнітивних функцій після оперативних втручань на поперековому відділі хребта.

Проблема післяопераційного знеболення нині уявляється складною взаємодією між ноцицептивними впливами та відповіддю організму, в якій нейропатичний механізм присутній в тій чи іншій мірі. Особливо це актуально для вертебологічних пацієнтів. Зважаючи на це, в післяопераційному періоді все частіше використовують антинейропатичні засоби, і є докази, що превентивне їх застосування знижує можливість хронізації післяопераційних больових синдромів [257].

Для лікування нейропатичного болю препаратами першої лінії є габапентиноїди (габапентин та прегабалін) [258]. Введення прегабаліну у схему післяопераційного знеболення обґрунтовано зокрема високим відсотком нейропатичного болю у вертебологічних пацієнтів, що було доведено у підрозділі 8.1.

Пацієнти груп ТВА та СА були розподілені на дві підгрупи кожна: ТВА-С3,  $n = 55$  (тотальна внутрішньовенна анестезія та стандартне післяопераційне знеболення) та СА-С3,  $n = 72$  (спінальна анестезія та стандартне післяопераційне знеболення), ТВА-ММА,  $n = 55$  (тотальна внутрішньовенна анестезія та мультимодальне знеболення), СА-ММА,  $n = 72$  (спінальна анестезія та мультимодальне знеболення).

Контроль знеболення проводився за допомогою ВАШ. Сила больового синдрому (за ВАШ) у пацієнтів усіх груп достовірно не відрізнялася між собою. Кількість пацієнтів із нейропатичним компонентом больового синдрому була розподілена рівномірно між групами.

У післяопераційному періоді при больовому синдромі понад 4 бали ВАШ вводили морфін 10 мг внутрішньом'язово. Об'єктивними показниками больового синдрому були час першої вимоги морфіну, середній розхід морфіну у першу добу, кількість пацієнтів, яким наркотичні аналгетики не потребувались.

Результати дослідження показали, що в обох підгрупах впровадженого нами методу ММА час першої вимоги морфіну був значущо більшим, ніж у підгрупах стандартних методів післяопераційного знеболення. Середній розхід морфіну протягом 24 год був найбільшим у групі ТВА із стандартним післяопераційним знеболенням. Він достовірно перевищував усі інші підгрупи (табл. 8.5). Пацієнти підгруп із впровадженим методом ММА мали достовірно меншу потребу у морфіні, ніж пацієнти підгруп стандартного знеболення,  $p < 0,05$ .

Різною у групах дослідження була й кількість пацієнтів, які не потребували терапії наркотичними аналгетиками у післяопераційному періоді. Так, 11 пацієнтів ( $15,3 \pm 4,2$ ) % групи СА-ММА та 8 пацієнтів ( $14,5 \pm 4,8$ ) % групи ТВА-ММА не потребували введення наркотичних аналгетиків у післяопераційному періоді, в той час, як у підгрупах стандартного знеболення таких пацієнтів було по 2 в кожній ( $3,6 \pm 2,5$ ) % у підгрупі ТВА-СЗ та ( $2,8 \pm 1,9$ ) % у групі СА-СЗ), відмінності порівняно із підгрупами ММА достовірні,  $p < 0,05$ .

На 3 та 7 добу післяопераційного періоду достовірної різниці між групами у силі болю не було виявлено. Показники сили больового синдрому та ефективності післяопераційного знеболення у досліджуваних пацієнтів подано у таблиці 3.28.

Одночасно проводили дослідження частоти таких ускладнень раннього післяопераційного періоду як запаморочення, нудота та блювання залежно від характеру післяопераційного знеболення. Ми просили пацієнтів оцінити ступінь післяопераційної нудоти, блювоти та запаморочення упродовж перших 2 діб післяопераційного періоду.

Таблиця 3.28 – Показники сили больового синдрому (при рухах) та ефективності післяопераційного знеболення у пацієнтів досліджуваних груп,  $M \pm SD$

Підгрупа	Біль до операції балів ВАШ	Біль на 3 добу, балів ВАШ	Біль на 7 добу, балів ВАШ	Час першої вимоги морфіну, хв.	Середні витрати морфіну за 24 год, мг
СА-СЗ (n = 72)	6,5 ± 2,4	2,4 ± 2,1	1,5 ± 1,1	170,2 ± 134,1	29,4 ± 11,9
СА-ММА (n = 72)	6,6 ± 2,3	2,3 ± 1,9	1,3 ± 0,9	218,4 ± 121,1 <sup>1)</sup>	16,5 ± 8,5
ТВА-СЗ (n = 55)	6,8 ± 2,1	2,5 ± 2,2	1,4 ± 1,0	178,0 ± 117,3	37,7 ± 12,1 <sup>2)</sup>
ТВА-ММА (n = 55)	6,6 ± 2,1	2,3 ± 1,8	1,4 ± 1,1	231,2 ± 140,2 <sup>1)</sup>	18,4 ± 9,2

<sup>1)</sup> –  $p < 0,05$  у порівнянні із підгрупою стандартного знеболення;

<sup>2)</sup> –  $p < 0,05$  при порівнянні підгрупи ТВА-СЗ з підгрупами СА-СЗ та СА-ММА.

Ми виявили, що у обох підгрупах з впровадженням нами режимом ММА частота післяопераційної нудоти була меншою, аніж у групах зі стандартним режимом знеболення (табл. 3.29). Частота післяопераційної блювоти, однак, не відрізнялася між групами. Запаморочення достовірно частіше траплялося у групі пацієнтів зі стандартним режимом знеболення після загальної анестезії.

Таблиця 3.29 – Частота несприятливих подій раннього післяопераційного періоду: нудоти, блювання та запаморочення у пацієнтів досліджуваних груп,  $M \pm SD$

Група пацієнтів	Нудота	Блювання	Запаморочення
СА-СЗ (n = 72)	1,4 ± 0,4	1,1 ± 0,3	1,6 ± 0,2
СА-ММА (n = 72)	1,1 ± 0,2 <sup>1)</sup>	1,1 ± 0,2	1,4 ± 0,3
ТВА-СЗ (n = 55)	1,9 ± 0,5 <sup>2)</sup>	1,2 ± 0,4	2,1 ± 0,3
ТВА-ММА (n = 55)	1,3 ± 0,4 <sup>1)</sup>	1,2 ± 0,3	1,4 ± 0,4 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> –  $P < 0,05$  у порівнянні із підгрупою СЗ;

<sup>2)</sup> –  $P < 0,05$  при порівнянні групи ТВА-СЗ із групами СА.

### 3.6 Вплив анестезії, аналгезії та премедикації на рівень передопераційної тривоги та когнітивні функції пацієнтів з дегенеративними захворюваннями хребта

Передопераційна тривога є універсальною реакцією, яка спостерігається у пацієнтів, що потрапили до лікарні для операції. Усвідомлення операції як хірургічної процедури може стати причиною досить високого рівня тривоги у пацієнтів. Передопераційну тривожність можна визначити як неприємний стан напруженості або занепокоєння, що є результатом сумніву або побоювання перед операцією. Небезпека надмірного тривожного стану полягає в його негативному впливі на післяопераційний біль і розвиток післяопераційних когнітивних дисфункцій. Клінічна практика показала сприятливу дію інтраопераційної седації на перебіг післяопераційного періоду.

Ми поставили за мету дослідити та оцінити вплив препаратів для премедикації (феназепам або прегабалін) та режиму знеболення на передопераційну тривогу та післяопераційну когнітивну функцію при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта (табл. 3.30).

Таблиця 3.30 – Психоемоційний стан пацієнтів у періопераційному періоді, бали,  $M \pm SD$

Група пацієнтів	Рівень тривоги за APAIS-A
СА-С3 (n = 72)	8,2 ± 2,9
СА-ММА (n = 72)	7,9 ± 2,6
ТВА-С3 (n = 55)	7,8 ± 2,1
ТВА-ММА (n = 55)	8,1 ± 2,5

Премедикація феназепамом 0,5 мг і прегабаліном 75 мг, що пацієнти отримували напередодні ввечері, однаково впливала на рівень тривожності. Рівень тривоги за APAIS-A у пацієнтів групи СА дорівнював (8,2±2,9) балів, а у пацієнтів групи ТВА (7,9±2,6) бали,  $p > 0,05$  (табл. 3.30).

Сильний рівень тривоги спостерігався у 5 (6,9±3,0) % пацієнтів групи СА-С3, у 6 (8,3±3,3) % пацієнтів групи СА-ММА, у 4 (7,3±3,5) % пацієнтів групи

ТВА-СЗ та у 5 (9,1±3,9) % пацієнтів групи ТВА-ММА без достовірної різниці між групами,  $p > 0,05$ .

Окремо слід підкреслити, що усі пацієнти з високим рівнем передопераційної тривоги під час спінальної анестезії були рухливими під час операції, чим спричиняли утруднення для оперуючого хірурга. Саме тому у подальшому при створенні алгоритма вибору методу анестезії пацієнтам з рівнем тривоги, що перебільшує або дорівнює 10 балам, ми обирали загальну анестезію.

Когнітивні функції оцінювали за допомогою тесту зв'язування чисел та за допомогою МоСА тесту перед операцією та на 3 добу післяопераційного періоду (табл. 3.31).

Таблиця 3.31–Когнітивні функції пацієнтів у періопераційному періоді, оцінені за допомогою тесту зв'язування чисел, с,  $M \pm SD$

Підгрупа пацієнтів	ТЗЧ до операції	ТЗЧ на 3 добу після операції
СА-СЗ (n = 72)	63,1 ± 16,3	87,3 ± 27,2 <sup>1),2)</sup>
СА-ММА (n = 72)	58,4 ± 19,8	57,4 ± 23,8
ТВА-СЗ (n = 55)	61,1 ± 18,5	92,1 ± 25,1 <sup>1),2)</sup>
ТВА-ММА (n = 55)	57,9 ± 17,4	61,8 ± 19,8

<sup>1)</sup> –  $p < 0,05$  при порівнянні з відповідною підгрупою ММА;

<sup>2)</sup> –  $p < 0,05$  при порівнянні із передопераційним рівнем.

Тест зв'язування чисел (ТЗЧ) перед операцією достовірно не відрізнявся між групами.

На 3 добу після операції ТЗЧ у пацієнтів обох груп, які отримували стандартне знеболення та премедикацію феназепамом був більшим, за передопераційний рівень (у групі СА-СЗ 87,3 ± 27,2 проти 63,1 ± 16,3 ( $p < 0,05$ ), у групі ЗА-СЗ 92,1 ± 25,1 проти 61,1 ± 18,5, ( $p < 0,05$ ), а також більшим за аналогічні показники пацієнтів відповідних підгруп ММА (87,3 ± 27,2 проти 57,4 ± 23,8, ( $p < 0,05$ ) у групі СА та 92,1 ± 25,1 проти 61,8 ± 19,8, ( $p < 0,05$ ).

МоСА тест, проведений на тих саме етапах, що й ТЗЧ, не виявив жодної достовірної різниці, ані між підгрупами, ані між етапами дослідження (табл. 3.32).

Таблиця 3.32 – Когнітивні функції пацієнтів у періопераційному періоді, оцінені за допомогою МоСА тесту, бали,  $M \pm SD$

Підгрупа пацієнтів	МоСА до операції	МоСА на 3 добу після операції
СА-СЗ (n = 72)	25,2 ± 2,6	27,2 ± 2,4
СА-ММА (n = 72)	25,8 ± 2,4	26,9 ± 2,8
ТВА-СЗ (n = 55)	24,8 ± 2,1	26,1 ± 2,7
ТВА-ММА (n = 55)	24,4 ± 2,2	25,8 ± 1,9

Таким чином, можна стверджувати, що вид анестезії не впливає на когнітивні функції пацієнтів (достовірної різниці між пацієнтами груп СА та ТВА виявлено не було). Водночас введення до складу премедикації феназепаму та аналгезія за стандартною схемою негативно позначалося на когнітивних функціях на 3 добу після операції, оцінених методом ТЗЧ. Обмеженням цього дослідження є неможливість однозначно стверджувати, в якій мірі кожен з факторів (феназепам чи наркотичні аналгетики) впливали на формування повільного відновлення когнітивної функції у пацієнтів. Заміна феназепаму прегабаліном, який у той же час входить у склад мультимодальної аналгезії з опіоїд-зберігаючим ефектом, а також є показаним при нейропатичному болі, можна вважати цілком обґрунтованим.

Оперативні втручання, зокрема хірургічне лікування дегенеративних уражень хребта, супроводжуються інтенсивним післяопераційним больовим синдромом, який включає ноцицептивний та нейропатичний компоненти. Хоча післяопераційний біль часто виникає через механічні (ноцицептивні) причини, нейропатичні механізми у більшості випадків мають велике значення [194]. Нейропатичний біль спричинюється пошкодженням периферичної та/або центральної нервової системи, але це пошкодження виявляється порушенням сприйняття аферентної стимуляції та не завжди має структурний характер.

Мета цього етапу дослідження полягала у виявленні частоти нейропатичного болю у пацієнтів, які готуються до оперативного втручання на поперековому відділі хребта, його впливу на динаміку післяопераційного больового синдрому та оцінці впливу психологічних чинників на результати хірургічного лікування больового синдрому при дегенеративних ураженнях поперекового відділу хребта.

Для реалізації поставленої мети ми оцінили особливості больового синдрому при даному захворюванні. Нами було виявлено, що нейропатичний біль до операції спостерігався у 53,9 % з обстежених хворих. Відзначалася достовірна різниця у гендерному розподілі – жінки були більш схильними до розвитку нейропатичного болю. У пацієнтів з нейропатичним компонентом біль був достовірно сильнішим, ніж у пацієнтів з виключно ноцицептивним болем. При альгометрії у зоні поперекового відділу хребта було виявлено, що толерантність до тиску достовірно вища у пацієнтів без нейропатичного болю. У пацієнтів з нейропатичним болем середній рівень післяопераційного болю на 3 добу у спокої був також вищим, ніж у пацієнтів з виключно ноцицептивним болем, а також спостерігалась статистично значуща знижена толерантність до пресорної альгометрії. На 7 добу після операції пацієнти з нейропатичним болем та без нього не мали достовірних відмінностей у силі болі. Проте, пресорна алгометрія все ще виявляла достовірно більш низьку толерантність у пацієнтів з нейропатичним болем. Це може свідчити про те, що нейропатичний компонент больового синдрому зникає після операції повільніше, ніж ноцицептивний. Помірної сили позитивна кореляція була виявлена між наступними показниками: альгометрія до – альгометрія після операції ( $r = 0,68$ ;  $p = 0,038$ ), нейропатичний біль (DN4) – біль у спокої до операції ( $r = 0,48$ ,  $p = 0,046$ ), алгометрія до операції – біль після операції під час руху ( $r = 0,46$ ,  $p = 0,040$ ).

Неадекватне післяопераційне знеболення після вертебрологічних операцій може призвести до збільшення кількості серцево-судинних, легеневих ускладнень, уповільнення ранньої реабілітації хворих.

Нині у клінічній практиці прийнятий мультимодальний підхід до забезпечення анестезіологічної захисту пацієнта шляхом використання комплексу засобів, що гальмують больову імпульсацію на різних рівнях ноцицептивної системи. Концепція мультимодальної аналгезії включає спільне використання в схемах мультимодальної аналгезії опіоїдів, неопіоїдних аналгетиків, ад'ювантних препаратів і різних варіантів регіонарної аналгезії [256]. Проте на сьогодні не опрацьовано єдиний підхід до післяопераційного знеболення при операціях на хребті при різних методах анестезії. Тому метою цього підрозділу наукової роботи став аналіз впливу анестезії на вираженість післяопераційного болю та ефективність різних режимів післяопераційного знеболення після оперативних втручань на поперековому відділі хребта.

На основі даних про характер больового синдрому при дегенеративних захворюваннях хребта ми впровадили протокол мультимодальної аналгезії у післяопераційному періоді та порівняли його зі стандартним режимом знеболення. До ММА входили прегабалін 75 мг двічі на добу (перша доза напередодні операції), парацетамол 1 г кожні 8 год внутрішньовенно крапельно, парекоксиб натрію 40 мг кожні 12 год, при больовому синдромі більше 4 балів за ВАШ – морфін. До СЗ входили парацетамол 1 г кожні 8 год внутрішньовенно крапельно та морфін. Результати дослідження показали, що середній розхід морфіну протягом 24 год був найбільшим у групі ТВА із стандартним післяопераційним знеболенням. Пацієнти підгруп із впровадженням методом ММА мали достовірно меншу потребу у морфіні, ніж пацієнти підгруп СЗ. При цьому 12,7 % пацієнтів підгрупи СА-ММА та 15,7 % пацієнтів групи ТВА-ММА взагалі не потребували введення наркотичних аналгетиків у післяопераційному періоді. На 3 та 7 добу післяопераційного періоду достовірної різниці між групами у силі болю не було виявлено. Наші дані збігаються з метааналізом T. Meng et al. [186] з порівнянням спінальної анестезії та загальної анестезії. Метааналіз продемонстрував зниження потреби у аналгетиках у палаті пробудження у групі спінальної анестезії. У той же час загальна потреба у аналгетиках достовірно не відрізнялась між групами. Ми виявили, що у обох

підгрупах з впровадженим нами режимом ММА частота післяопераційної нудоти була меншою, аніж у групах зі стандартним режимом знеболення. Запаморочення достовірно частіше зустрічалось у групі пацієнтів зі стандартним режимом знеболення після загальної анестезії.

Відомо, що психологічні чинники (тривога та депресія) певною мірою впливають на формування больового синдрому, знижуючи ефективність оперативного лікування. Тому при плануванні операцій у пацієнтів з дегенеративними ураженнями хребта слід звертати увагу на його психологічний стан, на рівень тривоги та депресії, що є прогностично несприятливим чинником результатів хірургічного лікування, а також можливих рецидивів.

У пацієнтів, що потрапили до лікарні для операції, спостерігається передопераційна тривога, як наслідок усвідомлення операції як хірургічної процедури. Цей стан полягає у неприємному стані напруженості або занепокоєння через сумніви, побоювання майбутньої операції. Надмірний тривожний стан негативно впливає на післяопераційний біль, сприяє розвитку післяопераційних когнітивних дисфункцій. Клінічний досвід продемонстрував позитивний вплив інтраопераційної седації на перебіг післяопераційного періоду.

Подальше завдання нашого дослідження полягало у дослідженні та аналізі впливу премедикації та анестезії на вираженість передопераційної тривоги та післяопераційну когнітивну функцію при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта.

Враховуючи, що пацієнти підгруп СЗ та ММА отримували напередодні ввечері різні препарати для протитривожної премедикації, ми порівняли рівень передопераційної тривожності та когнітивні функції у післяопераційному періоді. Ми виявили, що обидва метода премедикації забезпечують задовільний анксиолітичний ефект згідно зі шкалою APAIS-A у більшості пацієнтів без різниці між групами. При дослідженні когнітивних функцій на 3 добу після операції методом ТЗЧ у пацієнтів обох груп, які отримували стандартне знеболення та премедикацію феназепамом, час виконання даного тесту був

більшим, за передопераційний рівень (у підгрупі СА-СЗ  $87,3 \pm 27,2$  проти  $63,1 \pm 16,3$ ,  $p < 0,05$ , у підгрупі ТВА-СЗ  $92,1 \pm 25,1$  проти  $61,1 \pm 18,5$ ,  $p < 0,05$ ), а також більшим за аналогічні показники пацієнтів відповідних підгруп ММА ( $87,3 \pm 27,2$  проти  $57,4 \pm 23,8$ ,  $p < 0,05$  у групі СА та  $92,1 \pm 25,1$  проти  $61,8 \pm 19,8$ ,  $p < 0,05$  у групі ТВА). Таким чином можна стверджувати, що вид анестезії не впливає на когнітивні функції пацієнтів. У той же час введення у склад премедикації феназепаму та використання стандартного знеболення з більшою кількістю наркотичних препаратів негативно позначається на когнітивних функціях на 3 добу після операції. Негативний вплив феназепаму на концентрацію уваги показаний також у роботі J. V. Stephenson et al. [259].

На основі отриманих даних ми узагальнили рекомендації щодо проведення анестезіологічного забезпечення та ведення періопераційного періоду у хворих при операціях на поперековому відділі хребта (табл. 3.33) та створили алгоритм прийняття рішення щодо вибору методу анестезії при даних втручаннях (рис. 3.18).

Таблиця 3.33 – Рекомендації періопераційного періоду при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта.

Критерій вибору	Вид анестезії, якому надається перевага
Вік > 60 років	СА
ІМТ > 30 кг/м <sup>2</sup>	ТВА
ПІНГ $\geq 0,5$	ТВА
Підвищений ВОТ	СА
Очікувана тривалість оперативного втручання < 2 годин	СА: ізобаричний бупівакаїн
Очікувана тривалість оперативного втручання 2-3 години	СА: гіпербаричний бупівакаїн
Очікувана тривалість оперативного втручання > 3 годин	ТВА
Передопераційний анксиолізис	Прегабалін 75 мг напередодні ввечері
Післяопераційний больовий синдром	Мультимодальна аналгезія

З метою дослідження ефективності розробленого алгоритму ми дослідили 30 пацієнтів, яким вибір методу анестезії виконувався згідно з алгоритмом та порівняли їх із 30 пацієнтами, яким вибір методу проводився випадковим методом. Пацієнти обох груп отримували розроблений нами протокол мультимодальної аналгезії у періопераційному періоді. Пацієнтів із підвищеним ВОТ у обох групах не було. Характеристика пацієнтів, які були залучені до порівняльного аналізу, наведено у таблиці 3.34.

Таблиця 3.34 – Загальна характеристика пацієнтів, у яких проводився порівняльний аналіз розробленого алгоритму.

Показник	Пацієнти стандартного вибору (n = 30)	Пацієнти розробленого алгоритму вибору (n = 30)	P
Вік, років	47,3 ± 8,3	45,9 ± 7,6	P > 0,05
Стать (ч/ж)	18/12	17/13	P > 0,05
ІМТ, кг/м <sup>2</sup>	25,7 ± 3,3	26,4 ± 4,1	P > 0,05
ASA	1,8 ± 0,3	1,7 ± 0,5	P > 0,05
Індекс Oswestry при надходженні	53 ± 11,3	51 ± 10,8	P > 0,05

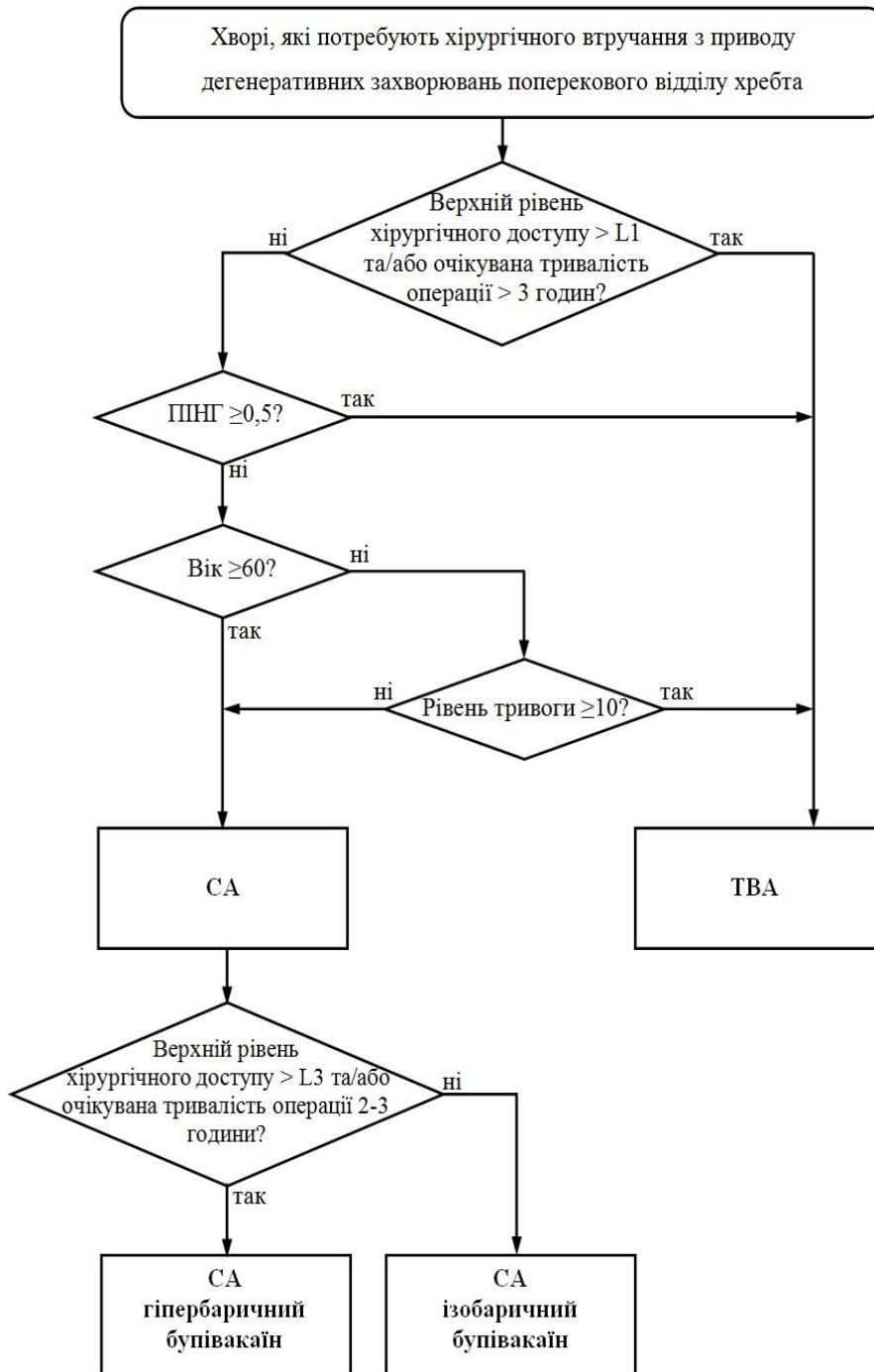


Рисунок 3.18 – Алгоритм вибору метода анестезії при оперативних втручаннях на поперековому відділі хребта.

За антропометричними параметрами пацієнти досліджуваних груп достовірно не відрізнялись.

Ми оцінювали загальноприйняті показники якості хірургічного лікування в цілому та анестезіологічного забезпечення. Отримані нами дані наведені у таблиці 3.35.

Таблиця 3.35 – Результати проведення порівняльного аналізу розробленого алгоритму вибору метода анестезії зі стандартною методикою,  $M \pm SD$ ,

Показник	Стандартний вибір	Вибір за алгоритмом	P
Тривалість перебування в стаціонарі, діб	10,7±1,1	7,1±1,4	p < 0,05
Тривалість перебування у ПІТ, діб	1,4±0,9	0,3±0,5	p < 0,05
Потреба у корекції гемодинаміки симпатоміметиками, %, P ±Sp	9,8±1,5	5,1 ±1,8	P < 0,05
Тривалість вертикалізації хворих протягом першої післяопераційної доби, хв	7,4±3,8	18,1±6,2	P < 0,05
Потреба у морфіні протягом першої доби, мг	15,7±3,4	12,3±5,2	P > 0,05
Післяопераційні когнітивні функції, ТЗЧ, с	68,3±5,1	61,5±4,8	P > 0,05
Післяопераційна нудота та блювання, %, P ±Sp	15,5±1,5	10,3±2,1	P < 0,05
Загальна задоволеність анестезією, балів ISAS	49,7±5,3	61,1±4,8	P < 0,05
Якість життя за Oswestry, балів	20,4±5,7	19,1±4,2	P > 0,05

Результати впровадження розробленого алгоритму дозволили скоротити перебування пацієнтів у стаціонарі з (10,7±1,1) діб до (7,1±1,4) діб (p<0,05), тривалість перебування в ПІТ з (1,4±0,9) діб до (0,3±0,5) діб (p<0,05), необхідність інтраопераційного використання симпатоміметиків знизилась з (9,8±1,5) % до (5,1±1,8) % (p<0,05), тривалість вертикалізації у першу добу протягом (18,1±6,2) хв проти (7,4±3,8) хв пацієнтів групи порівняння (p<0,05), достовірно нижчою була частота післяопераційної нудоти та вищою загальна задоволеність анестезією за шкалою Iowa Satisfaction with Anesthesia Scale (p<0,05). Різниці у якості знеболення виявлено не було, оскільки пацієнти обох

груп отримували впроваджений нами протокол мультимодальної аналгезії. Не було також різниці у когнітивних функціях на 7 добу після операції та якості життя за шкалою ODI, оцінену на 10 добу післяопераційного періоду.

Проведений аналіз результатів дослідження та зроблені на його підставі узагальнення дали нам змогу дійти до наступних висновків та практичних рекомендацій.

## ВИСНОВКИ

1. Поворот пацієнтів (без впливу анестезії) з положення на спині в прон-позицію супроводжується постуральними реакціями кровообігу: підвищенням ППСО та АТдіас, зниженням СІ. СІ внаслідок повороту зі спини у прон-позицію значуще знижувався, ППСО збільшувалося на 15,2 % ( $p < 0,05$ ) і не поверталось до норми в осіб із підвищеним ІМТ. У всіх обстежуваних хворих після повороту у прон-позицію виявлено зменшення УІ на 13,6 % ( $p < 0,05$ ). Через 20 хв у пацієнтів з нормальним ІМТ він наближався до початкових показників, а в осіб з високим ІМТ – залишався зниженим. Таким чином, компенсаторні можливості системи кровообігу, які виявляються при зміні положення тіла, залежать в більшій мірі від ІМТ та від віку.
2. Порівняння передопераційних змін параметрів гемодинаміки у відповідь на поворот у ПП з інтраопераційними дозволили створити математичну модель для розрахунку прогностичного індексу нестабільності гемодинаміки при повороті пацієнта у прон-позицію. При ПНГ  $\geq 0,5$  доцільно надати перевагу ТВА замість СА для виконання оперативного втручання на поперековому відділі хребта у прон-позиції. Проте це не стосується пацієнтів похилого віку, у яких спінальна анестезія завжди є більш гемодинамічно стабільною.
3. Використання фармакологічної керованої гіпотензії з використанням дозованого введення урапідилу під час оперативних втручань на хребті у прон-позиції у 88,3 % пацієнтів забезпечує задовільні умови візуалізації операційного поля. Спінальна анестезія забезпечує ефект керованої гіпотензії без використання додаткових фармакологічних засобів, у той час, як при загальній внутрішньовенній анестезії для її забезпечення у 22 % необхідне додаткове фармакологічне зниження артеріального тиску. Керована гіпотензія з підтриманням САТ в межах від 60 мм рт. ст. до 80 мм рт. ст. можна вважати безпечною, бо не чинить негативного впливу на післяопераційну функцію спинного мозку та нирок.
4. Аналіз КТ-мієлограм показав, що при введенні 10 мл гіпербаричного розчину до дурального мішка з наступним позиціонуванням пацієнта у прон-позицію,

контраст розповсюджується до сегментів Th<sub>11</sub>-Th<sub>12</sub> залежно від кривизни поперекового лордозу. Найбільша кількість гіпербаричного контрасту локалізувалась на рівні L<sub>1</sub>-L<sub>3</sub> хребців. На рівні дурального мішка, де наявний спинний мозок, гіпербаричний розчин розташовується здебільшого в регіоні передніх (моторних) корінців, на рівні кінського хвоста – рівномірно відтісняє його доверху.

5. При виконанні оперативних втручань на поперековому відділі хребта у прон-позиції тривалістю до 3 год доцільніше використовувати ізобаричний розчин місцевого анестетика, оскільки він дає змогу пацієнту самостійно прийняти операційне положення та створює можливість швидше почати оперативне втручання. Використання гіпербаричного розчину місцевого анестетику може бути доцільним при виконанні більш тривалих оперативних втручань. Час експозиції у положенні лежачі на спині до повороту у прон-позицію слід рекомендувати 5 хв. Більший час експозиції не впливає на тривалість блоку, проте супроводжується більш суттєвими змінами гемодинаміки. Післяпункційний головний біль при оперативних втручаннях на хребті в умовах спінальної анестезії є рідким явищем та не перевищує за частотою неспецифічний головний біль при загальній анестезії. Післяопераційна затримка сечовипускання найчастіше трапляється в пацієнтів чоловічої статі старше 40 років після спінальної анестезії.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Николаев А.П. Операции на позвоночнике в положении на животе: состояние газообмена, гемодинамики и возможные осложнения / Николаев А.П., Светлов В.А. // Анестезиология и реаниматология. – 2004. – № 5. – С. 32 - 37.
2. Радченко В.А. Анестезиологическое обеспечение оперативных вмешательств на позвоночнике (методические рекомендации) / Радченко В.А., Орлов Г.С., Хмызов А.А. – Харьков, 2004. –16 стр.
3. Comparison of Intra-Abdominal Pressure Among 3 Prone Positional Apparatuses After Changing From the Supine to the Prone Position and Applying Positive End-Expiratory Pressure in Healthy Euvolemic Patients: A Prospective Observational Study / Kim E., Kim H., Lim Y. et al. // J. Neurosurg. Anesthesiol. – 2017. – Vol. 29, № 1. – P. 14-20 doi: 10.1097/ANA.0000000000000257.
4. "The Jackson Table Is a Pain in the...": A Qualitative Study of Providers' Perception Toward a Spinal Surgery Table / [Asiedu G., Lowndes B., Huddleston P., Hallbeck S.] // J. Patient Saf. – 2018. – Vol. 14, № 1. – P. 21-26. doi: 10.1097/PTS.0000000000000160.
5. Andrews E.T., Moore R.R., Lamb S.R., inventors. Spinal surgery table. United States patent US005444882A. 1995 Aug 29.
6. Watanabe RS, inventor. Spinal table for microscopic lumbar laminectomy surgery. United States patent US005009407A. 1991 Apr 23.
7. Maxwell JA, inventor. Patient positioning frame device and application technique. United States patent US2009/0265853A1. 2009 Oct 29.
8. Hoffman MD, inventor. Frame for prone.surgical positions. United States patent 99908472.6. 2002 Jun 25.
9. Labelle H, Aubin C., Dancereau J, inventors. Dynamic frame for prone surgical positioning. United States patent US6941951. 2005 Sep 13.
10. Nortje S. Evidence-based nursing interventions and guidelines for prone positioning of adult, ventilated patients: a systematic review / Nortje S., Nel E., Nolte A. // Health sa gesondheid. – 2008. – Vol. 13, № 2. – P. 61-73.

11. Burlingame B.L. Guideline Implementation: Positioning the Patient / Burlingame B.L. // *AORN J.* – 2017. – Vol. 106, № 3. – P. 227-237. (doi: 10.1016/j.aorn.2017.07.010).
12. McKenna C. Prone positioning in ARDS / McKenna C., Meehan C. // *American Nurse Today.* – 2018. – Vol. 13, № 12. – P. 39-41.
13. Anaesthesia in the prone position / Edgcombe H., Carter K., Yarrow S., Edgcombe H. // *British Journal of Anaesthesia.* – 2008. – Vol. 100, № 2. – P.165-183.
14. Utility of Stroke Volume Variation Measured Using Non-Invasive Bioreactance as a Predictor of Fluid Responsiveness in the Prone Position. / [Min J, Lee J, Hong K, Choi S.] // *J. Clin. Monit. Comput.* – 2017. – Vol. 31, № 2. – P.397-405. (doi: 10.1007/s10877-016-9859-z).
15. Effect of prone positioning systems on hemodynamic and cardiac function during lumbar spine surgery: an echocardiographic study. / Dharmavaram S., Jellish W.S., Nockels R.P. et al. // *Spine.* –2006. – Vol. 31, № 12. – P.1388-1393. (<https://doi.org/10.1097/01.brs.0000218485.96713.44>).
16. The effect of prone positioning with surgical bolsters on liver blood flow in healthy volunteers / Chikhani M., Evans D., Blatcher A. // *Anaesthesia.* – 2016. – Vol. 71, № 5. – P.550-555. doi: 10.1111/anae.13416.
17. Haemodynamic effects of the prone position: a comparison of propofol total intravenous and inhalation anaesthesia. / [Sudheer P.S., Logan S.W., Ateleanu B., Hall J.E.] // *Anaesthesia.* – 2006. – Vol. 61, № 2. – P.138-141. doi: 10.1111/j.1365-2044.2005.04464.x
18. Does targeted pre-load optimisation by stroke volume variation attenuate a reduction in cardiac output in the prone position. / Wu CY, Lee TS, Chan KC et al. // *Anaesthesia.* – 2012. – Vol. 67, № 7. – P.760-764. doi: 10.1111/j.1365-2044.2012.07116.x.
19. Kwee M. The Prone Position During Surgery and its Complications: A Systematic Review and Evidence-Based Guidelines / Kwee M., Ho Y., Rozen W. // *Int. Surg.* – 2015.– Vol. 100, № 2. – P. 292–303. doi: 10.9738/INTSURG-D-13-00256.1.
20. Hemodynamic effect of the prone position during anesthesia. / [Yokoyama M., Ueda W., Hirakawa M., Yamamoto H.] // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 1991. – Vol. 35, № 8. – P. 741-744. doi: 10.1111/j.1399-6576.1991.tb03382.x.

21. Jozwiak M. Optimizing the Circulation in the Prone Patient. / Jozwiak M., Monnet X., Teboul J.-L. // *Curr. Opin. Crit. Care.* – 2016. – Vol. 22, № 3. – P. 239-245. doi: 10.1097/MCC.0000000000000308.
22. Toyota S. Hemodynamic evaluation of the prone position by transesophageal echocardiography. / Toyota S., Amaki Y.J. // *Clin. Anesth.* – Vol. 10, № 1. – P.32-35. doi: 10.1016/s0952-8180(97)00216-x.
23. Williams DL, Ludbrook G, Williamson E. Cardiac output and propofol concentrations in prone surgical patients. / Leslie K., Wu C.Y., Bjorksten A.R. et al. // *Anaesth. Intensive Care.* – 2011. – Vol. 39, № 5. – P.868-874. doi: 10.1177/0310057X1103900511
24. Supine, prone, right and left gravitational effects on human pulmonary circulation. / Wieslander B., Ramos J.G., Ax M. et al. // *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* – 2019. – Vol. 21, № 1. – P.69. doi: 10.1186/s12968-019-0577-9.
25. Positioning on surgical table. / Schonauer C., Bocchetti A., Barbagallo G. et al. // *Eur. Spine J.* – 2004. – Vol. 13, № 1. – P. 850-855. doi: 10.1007/s00586-004-0728-y
26. Comparison of volume-controlled ventilation mode and pressure-controlled ventilation with volume-guaranteed mode in the prone position during lumbar spine surgery. / Lee J.M., Lee S.K., Kim K.M. // *BMC Anesthesiol.* – 2019. – Vol. 19, № 1. – P.133. doi: 10.1186/s12871-019-0806-7.
27. Feix B. Anaesthesia in the prone position. / Feix B., Sturgess J. // *BJA Education.* – 2014. – Vol. 14, № 6. – P.291-297. doi: <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mku001>.
28. Park C.K. The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery. / Park C.K. // *Anesth. Analg.* – 2000. – Vol. 91, № 3. – P.552-557. doi: 10.1097/00000539-200009000-00009.
29. Effects of supine, prone, and lateral positions on cardiovascular and renal variables in humans. / Pump B., Talleruphuus U., Christensen N.J. et al. // *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* – 2002. – Vol. 283. – P.174-180.
30. Рудь О.А. Інтраопераційна динаміка циркуляторних показників при різних методах загальної анестезії під час операцій у положенні на животі. / Рудь О.А. // *Медицина невідкладних станів.* – 2015. – Vol. 3, № 66. – P.32-34.

31. Inhalation versus total intravenous anesthesia for lumbar disc herniation: comparison of hemodynamic effects, recovery characteristics, and cost / Ozkose Z., Ercan B., Unal Y. et al. // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2001. – Vol.13, № 4. – P. 296-302. doi: 10.1097/00008506-200110000-00003.
32. Predictive Factors for Hypotension Associated With Supine-to-Prone Positional Change in Patients Undergoing Spine Surgery. / [Yoon H.K., Lee H.C., Chung J., Park H.P.] // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2018. – Vol. 20. doi: 10.1097/ANA.0000000000000565.
33. Comparison of ability of pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in prone and supine position: an observational study. / Ali A., Abdullah T., Sabanci P.A. et al. // *J. Clin. Monit. Comput.* – 2019. – Vol. 33, № 4. – P. 573-580. doi: 10.1007/s10877-018-0195-3.
34. Effect of position and weight force on inferior vena cava diameter--implications for arrest-related death. / Ho J.D., Dawes D.M., Moore J.C. et al. // *Forensic Sci. Int.* – 2011. – Vol.212, № 1-3. – P. 256-259. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.07.001.
35. The Effect of Body Mass Index on Intra-Abdominal Pressure and Blood Loss in Lumbar Spine Surgery. / Han I., Son D., Nam K. et al. // *J. Korean Neurosurg. Soc.* – 2012. – Vol.51, № 2. – P.81-85. doi: 10.3340/jkns.2012.51.2.81
36. Lee T.C. Effect of patient position and hypotensive anesthesia on inferior vena caval pressure. / Lee T.C., Yang L.C., Chen H.J. // *Spine.* – 1998. – Vol. 23, № 8. – P. 941-947.
37. Ульрих Г.Э. Способы кровосбережения при операциях на позвоночнике у детей. / Ульрих Г.Э. // *Хирургия позвоночника.* 2005. – № 1. – P.91-94.
38. Magder S. Is All on the Level? Hemodynamics during Supine versus Prone Ventilation. / Magder S. // *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine.* – 2013. – Vol.188, № 12. – P.1390-1391. doi:10.1164/rccm.201311-1957ed
39. Sudden hemodynamic collapse after making prone position on the Jackson spine table for spinal surgery. / Park J.H., Kwon J.Y., Lee S.E. et al. // *Korean J. Anesthesiol.* – 2018. – № 12. doi: 10.4097/kja.d.18.00339.
40. Cardiac function changes with switching from the supine to prone position: analysis by quantitative semiconductor gated single-photon emission computed tomography. /

- [Shimizu M., Fujii H., Yamawake N., Nishizaki M.] // *J. Nucl. Cardiol.* – 2015. – Vol.22, № 2. – P. 301-307. doi: 10.1007/s12350-014-0058-3
41. Mahajan S. Cardiovascular Changes and Lumbar Spine Surgery: A Neglected Entity. / Mahajan S., Swami A.C., Kumar A. // *Asian J. Neurosurg.* – 2019. – Vol.14, № 4. – P. 1253-1255. doi: 10.4103/ajns.AJNS\_224\_19.
42. Lumb A.B. Respiratory function and ribcage contribution to ventilation in body positions commonly used during anesthesia. / Lumb A.B., Nunn J.F. // *Anesth. Analg.* – 1991. – Vol.73, № 4. – P. 422-426. doi: 10.1213/00000539-199110000-00010.
43. Coonan TJ, Hope CE. Cardio-respiratory effects of change of body position. *Can Anaesth Soc.* 1983; Vol.30: , № . – P.424–37.
44. The prone positioning during general anesthesia minimally affects respiratory mechanics while improving functional residual capacity and increasing oxygen tension. / Pelosi P., Croci M., Calappi E. et al. // *Anesth. Analg.* – 1995. – Vol. 80, № 5. – P.955-960. doi: 10.1097/00000539-199505000-00017.
45. Effects of ventilatory strategy on arterial oxygenation and respiratory mechanics in overweight and obese patients undergoing posterior spine surgery. / Kim K.M., Choi J.J., Lee D. et al. // *J. Sci. Rep.* – 2019. – Vol.12, № 9. – P.16638. doi: 10.1038/s41598-019-53194-2.
46. Nekludov M. Oxygenation and cerebral perfusion pressure improved in the prone position. / Nekludov M., Bellander B.M., Mure M. // *Acta Anaesthesiol. Scand.* – 2006. – Vol. 50, № 8. – P.932-936. doi: 10.1111/j.1399-6576.2006.01099.x
47. Prone positioning in awake, nonintubated patients with Covid-19 hypoxemic respiratory failure. / [A.E. Thompson, B.L. Ranard, Y. Wei, S. Jelic] // *JAMA Intern. Med.* – 2020. – Vol.180, № 11. – P. 1537-1539. doi:10.1001/jamainternmed.2020.3030
48. Duration of prone position sessions: a prospective cohort study. / S. Jochmans, S. Mazerand, J. Chelly et al. // *Annals of Intensive Care.* – 2020. – Vol. 66, №10.
49. Pelosi P. Prone positioning improves pulmonary function in obese patients during general anesthesia. / Pelosi P., Croci M., Calappi E. // *Anesth. Analg.* –1996. – Vol. 83, № 3. – P.578-583.

50. Effect of three different surgical prone positions on lung volumes in healthy volunteers. / [Mahajan R.P., Hennessy N., Aitkenhead A.R., Jellinek D.] // *Anaesthesia*. – 1994. – Vol.49, № 7. – P. 583-586. doi: 10.1111/j.1365-2044.1994.tb14224.x.
51. Gravity is a minor determinant of pulmonary blood flow distribution. / [Glenny R.W., Glenny L.W., Albert R.K., Robertson H.T.] // *J. Appl. Physiol.* – 1991. – Vol. 71, № 2. – P. 620-629.
52. Pulmonary perfusion is more uniform in the prone than in the supine position: scintigraphy in healthy humans. / Nyrén S., Mure M., Jacobsson H. et al. // *Appl. Physiol.* – 1999. – Vol.86, № 4. – P.1135-1141. doi: 10.1152/jappl.1999.86.4.1135
53. Bilateral tension pneumothorax caused by an abrupt increase in airway pressure during cervical spine surgery in the prone position A case report / Lee J.Y., Kim J.U., An E.H. et al. // *Korean J. Anesthesiol.* – 2011. – Vol. 60, № 5. – P.373-376. doi: 10.4097/kjae.2011.60.5.373.
54. The effect on respiratory mechanics when using a Jackson surgical table in the prone position during spinal surgery / [Nam Y., Yoon A., Kim Y., Yoon S.] // *Korean J. Anesthesiol.* – 2010. – Vol. 59, № 5. – P. 323-328. doi: 10.4097/kjae.2010.59.5.323.
55. The effect of the prone position on pulmonary mechanics is frame-dependent. / [Palmon S.C., Kirsch J.R., Depper J.A., Toung T.J.] // *Anesth. Analg.* – 1998. – Vol. 87, № 5. – P.1175-1180. doi: 10.1097/00000539-199811000-00037.
56. Effects of prone position on lung function of patients undergoing mechanical ventilation under total intravenous anesthesia. / Qi Zhang, Yanan Li, Xi Xin et al. // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2017. – Vol.10, № 4. – P.6769-6774.
57. PaCO<sub>2</sub> and alveolar dead space are more relevant than PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in monitoring the respiratory response to prone position in ARDS patients: a physiological study. / Charron C., Repesse X., Bouferrache K. et al. // *Crit Care.* – 2011. – Vol.15, № 4. – P. R175. doi: 10.1186/cc10324.
58. Radstrom M. Respiratory effects of the kneeling prone position for low back surgery. / Radstrom M., Loswick A., Bengtsson J. // *European Journal of Anaesthesiology.* – 2004. – Vol. 21, № 4. – P.279-283.

59. Body position and breathing abnormalities during sleep: a systematic study. / Tiotiu A., Mairesse O., Hoffmann G. et al. // *Pneumologia*. – 2011. – Vol. 60, № 4. – P. 216-221.
60. Wahba R.W. Carbon dioxide tensions during anesthesia in the prone position / Wahba R.W., Tessler M.J., Kardash K.J. // *Anesth Analg*. – 1998. – Vol. 86, № 3. – P.668-669. doi: 10.1097/00000539-199803000-00043.
61. Prone positioning: is it safe and effective? / [Dirkes S., Dickinson S., Havey R., O'brien D.] // *Crit Care Nurs Q*. – 2012. – Vol.35, № 1. – P. 64-65.
62. Gould D.B. Internal carotid artery dissection after remote surgery. Iatrogenic complications of anesthesia. / Gould D.B., Cunningham K. // *Stroke*. – 1994. – Vol. 25, № 6. – P. 1276-1278. doi: 10.1161/01.str.25.6.1276.
63. Comparison of volume-controlled ventilation mode and pressure-controlled ventilation with volume-guaranteed mode in the prone position during lumbar spine surgery. / Lee J.M., Lee S.K., Kim K.M. et al. // *BMC Anesthesiol*. – 2019. – Vol.19, № 1. – P.133. doi: 10.1186/s12871-019-0806-7.
64. Effects of Prone Positioning on Transpulmonary Pressures and End-expiratory Volumes in Patients without Lung Disease. / Kumaresan A., Gerber R., Mueller A. et al. // *Anesthesiology*. – 2018. – Vol.128, № 6. – P.1187-1192. doi: 10.1097/ALN.0000000000002159.
65. Lumbar spine surgery positioning complications: a systematic review. / Shriver M.F., Zeer V., Alentado V.J. et al. // *Neurosurg. Focus*. – 2015. – Vol.39, № 4. – P. E16. doi: 10.3171/2015.7.FOCUS15268.
66. Injury and Liability Associated With Spine Surgery. / Kutteruf R., Wells D., Stephens L. et al. // *J. Neurosurg. Anesthesiol*. – 2018. – Vol.30, № 2. – P.156-162. doi: 10.1097/ANA.0000000000000448.
67. Complications associated with prone positioning in elective spinal surgery / DePasse J.M., Palumbo M.A., Haque M. et al. // *World J. Orthop*. – 2015. – Vol.6, № 3. – P.351-359. doi: 10.5312/wjo.v6.i3.351.
68. Paraplegia by acute cervical disc protrusion after lumbar spine surgery. / Chen S.H., Hui Y.L., Yu C.M. et al. // *Chang Gung Med. J*. – 2005. – Vol.28, № 4. – P.254-257.

69. Sensorineural deafness after spine surgery: case series and literature review. / [Mallepally A.R., Rustagi T., Chhabra H.S., Gupta A.] // *World Neurosurg.* – 2019. – Vol.131. – P.e482-e485. doi: 10.1016/j.wneu.2019.07.204.
70. Fatal ischemia stroke in a patient with an asymptomatic carotid artery occlusion after lumbar spine surgery – a case report. / Wang L.C., Liou J.T., Liu F.C. et al. // *Acta Anaesthesiol. Taiwan.* – 2004. – Vol. 42, № 3. – P. 179-182.
71. Lateral medullary syndrome after prone position for general surgery / Chu Y.C., Tsai S.K., Chan K.H. et al. // *Anesth. Analg.* – 2002. – Vol. 95, № 5. – P. 1451-1453. doi: 10.1097/00000539-200211000-00065.
72. Quadriplegia after lumbar disc surgery. A case report. / [Langmayr J.J., Ortler M., Obwegeser A., Felber S.] // *Spine.* – 1996. – Vol.21, № 16. – P. 1932-1935. doi: 10.1097/00007632-199608150-00021.
73. Shermak M. Prone positioning precautions in plastic surgery. / Shermak M., Shoo B., Deune E.G. // *Plast. Reconstr. Surg.* – 2006. – Vol.117, № 5. – P.1584-1588. doi: 10.1097/01.prs.0000207390.76490.67
74. Neurologic deficits after cervical laminectomy in the prone position / [Bhardwaj A., Long D.M., Ducker T.B., Toung T.J.] // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2001. – Vol.13, № 4. – P.314-319. doi: 10.1097/00008506-200110000-00006.
75. Quadriplegia in a patient with cervical spondylosis after thoracolumbar surgery in the prone position. / [Deem S., Shapiro H.M., Marshall L.F., Turker R.J.] // *Anesthesiology.* – 1991. – Vol.75, № 3. – P. 527-528.
76. Bilotta F. Patient positioning during neurosurgery: a relevant skill for neuroanesthesiologist in a multidisciplinary teamwork. / Bilotta F., Sergi P., Spennati V. // *J. Neuroanaesthesiol. Crit. Care.* – 2020. – № 7. – P. 49-51.
77. Yang S.H. Postoperative meralgia paresthetica after posterior spine surgery: incidence, risk factors, and clinical outcomes. / Yang S.H., Wu C.C., Chen P.Q. // *Spine.* – 2005. – Vol. 30, № 18. – P. E547-550. doi: 10.1097/01.brs.0000178821.14102.9d.
78. Anderton J.M. An unusual cause of postoperative brachial plexus palsy. / Anderton J.M., Schady W., Markham D.E. // *Br. J. Anaesth.* – 1994. – Vol.72, № 5. – P. 605-607. doi: 10.1093/bja/72.5.605.

79. Brachial plexus injury following spinal surgery. / Uribe J.S., Kolla J., Omar H. et al. // *J. Neurosurg. Spine.* – 2010. – № 13. – P. 552-558.
80. The use of somatosensory evoked potentials to determine the relationship between patient positioning and impending upper extremity nerve injury during spine surgery: a retrospective analysis. / Kamel I.R., Drum E.T., Koch S.A. et al. // *Anesth. Analg.* – 2006. – Vol.102, № 5. – P. 1538-1542. doi: 10.1213/01.ane.0000198666.11523.d6.
81. Winfree C.J. Intraoperative positioning nerve injuries. / Winfree C.J., Kline D.G. // *Surg. Neurol.* – 2005. – Vol.63, № 1. – P. 5-18. doi: 10.1016/j.surneu.2004.03.024.
82. Laakso E. Blood flow in the lower limbs in the knee-chest position. Ultrasonographic study in unanaesthetised volunteers. / Laakso E., Ahovuo J., Rosenberg P.H. // *Anaesthesia.* – 1996. – Vol. 51, № 12. – P. 1113-1116. doi: 10.1111/j.1365-2044.1996.tb15044.x.
83. Anterior thigh compartment syndrome and local myonecrosis after posterior spine surgery on a Jackson table. / [Ahmad F.U., Madhavan K., Trombly R., Levi A.D.] // *World Neurosurg.* – 2012. – Vol.78, № 5. – P. 553.e5-8. doi: 10.1016/j.wneu.
84. Anterior thigh compartment syndrome after prone positioning for lumbosacral fixation. / [Dahab R., Barrett C., Pillay R., De Matas M.] // *Eur. Spine. J.* – 2012. – Vol.21, № 4. – P. 554–556. doi: 10.1007/s00586-012-2282-3.
85. A multicentre retrospective review of muscle necrosis of the leg following spinal surgery with motor evoked potential monitoring: a cause for concern? / Divani K.G., O'Brien A., Molloy S. et al. // *Eur. Spine J.* – 2016. – Vol. 25, № 3. – P. 801-806. doi: 10.1007/s00586-015-4063-2.
86. Yuen V.M. Severe hypotension and hepatic dysfunction in a patient undergoing scoliosis surgery in the prone position. / Yuen V.M., Chow B.F., Irwin M.G. // *Anaesth. Intensive Care.* – 2005. – Vol. 33, № 3. – P. 393-399. doi: 10.1177/0310057X0503300317.
87. Ziser A. Prone position: visceral hypoperfusion and rhabdomyolysis. / Ziser A., Friedhoff R.J., Rose S.H. // *Anesth. Analg.* – 1996. – Vol. 82, № 2. – P. 412-415. doi: 10.1097/00000539-199602000-00035.

88. Hepatic infarction following prolonged prone position. / [Satomoto M., Takagi Y., Igarashi H., Sato S.] // Masui. – 2006. – Vol.55, № 9. – P.1170-1172.
89. Albin M.S. Venous air embolism: a warning not to be complacent--we should listen to the drumbeat of history. / Albin M.S. // Anesthesiology. – 2011. – Vol.115, № 3. – P. 626-629. doi: 10.1097/ALN.0b013e31822a6408.
90. The American Society of Anesthesiologists Postoperative Visual Loss Registry: analysis of 93 spine surgery cases with postoperative visual loss. / Lee L.A., Roth S., Posner K.L. et al. // Anesthesiology. – 2006. – Vol.105, № 4. – P. 652-659. doi: 10.1097/00000542-200610000-00007.
91. Ischemic optic neuropathy following spine surgery. / Ho V.T., Newman N.J., Song S. et al. // Neurosurg Anesthesiol. – 2005. – Vol.17, № 1. – P. 38-44.
92. Central retinal artery occlusion and ophthalmoplegia following spinal surgery. / Halfon M.J., Bonardo P., Valiensi S. et al. // Br. J. Ophthalmol. – 2004. – Vol. 88, № 10. – P. 1350-1352. doi: 10.1136/bjo.2003.039651.
93. Ophthalmologic complications associated with prone positioning in spine surgery. / [Stambough J.L., Dolan D., Werner R., Godfrey E.] // J. Am. Acad. Orthop. Surg. – 2007. – Vol.15, № 3. – P. 156-165. doi: 10.5435/00124635-200703000-00005.
94. Roth S. Postoperative visual loss: still no answers—yet. / Roth S., Barach P. // Anesthesiology. – 2001. – Vol.95. – P.575-577.
95. The effect of prone positioning on intraocular pressure in anesthetized patients. / Cheng M.A., Todorov A., Tempelhoff R. et al. // Anesthesiology. – 2001. – Vol.95, № 6. – P. 1351-1355. doi: 10.1097/00000542-200112000-00012.
96. Effects of crystalloid versus colloid and the  $\alpha$ -2 agonist brimonidine versus placebo on intraocular pressure during prone spine surgery: a factorial randomized trial. / Farag E., Sessler D.I., Kovaci B. al. // Anesthesiology. – 2012. – Vol.116, № 4. – P. 807-815. doi: 10.1097/ALN.0b013e3182475c10.
97. Postoperative Visual Loss Study Group. Risk factors associated with ischemic optic neuropathy after spinal fusion surgery. / L.A. Lee, S. Roth, M.M. Todd et al. // Anesthesiology. – 2012. – Vol.116, № 1. – P.15-24. doi: 10.1097/ALN.0b013e31823d012a.

98. Changes in intraocular pressure during prone spine surgery under propofol and sevoflurane anesthesia. / Sugata A., Hayashi H., Kawaguchi M. et al. // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2012. – Vol.24, № 2. – P. 152-156. doi: 10.1097/ANA.0b013e31823fe822.
99. Fandino W. Strategies to prevent ischemic optic neuropathy following major spine surgery: A narrative review. / Fandino W. // *J. Clin. Anesth.* – 2017. – Vol.43. – P.50-58. doi: 10.1016/j.jclinane.2017.09.009.
100. Van Wicklin S.A. Systematic Review and Meta-Analysis of Prone Position on Intraocular Pressure in Adults Undergoing Surgery. / Van Wicklin S.A. // *Int. J. Spine Surg.* – 2020. – Vol.14, № 2. – P. 195-208. doi: 10.14444/7029
101. Intraocular pressure during neurosurgical procedures in context of head position and loss of cerebrospinal fluid. / Czorlich P., Krätzig T., Kluge N. et al. // *J. Neurosurg.* – 2018. – №1. – P. 1-10. doi: 10.3171/2018.3.JNS173098.
102. Epstein N. Perioperative visual loss following prone spinal surgery: A review. / Epstein N. // *Surg. Neurol. Int.* – 2016. – Vol.7, № 13. – P. S347-S360. doi: 10.4103/2152-7806.182550
103. Shen Y. The prevalence of perioperative visual loss in the United States: a 10-year study from 1996 to 2005 of spinal, orthopedic, cardiac, and general surgery. / Shen Y., Drum M., Roth S. // *Anesth. Analg.* – 2009. – Vol.109, № 5. – P.1534-1545.
104. The effect of spinal versus general anesthesia on intraocular pressure in lumbar disc surgery in the prone position: A randomized, controlled clinical trial. / Pınar H.U., Kaşdoğan Z.E.A., Başaran B.J et al. // *Clin. Anesth.* – 2018. – Vol.46. – P.54-58. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.01.026.
105. Predicting Risk of Perioperative Ischemic Optic Neuropathy in Spine Fusion Surgery: A Cohort Study Using the National Inpatient Sample. / Shah S.H., Chen Y.F., Moss H.E. et al. // *Anesth. Analg.* – 2019. – Vol. 130, № 4. – P. 967-974. doi: 10.1213/ANE.0000000000004383. [Epub ahead of print].
106. The effect of body inclination during prone positioning on intraocular pressure in awake volunteers: a comparison of two operating tables. / Ozcan M.S., Praetel C., Bhatti

- M.T. et al. // *Anesth. Analg.* – 2004. – Vol. 99, № 4. – P.1152-1158. doi: 10.1213/01.ANE.0000130851.37039.50.
107. The effect of head rotation on intraocular pressure in prone position: a randomized trial. / Deniz M.N., Erakgün A., Sertöz N. et al. // *Braz. J. Anesthesiol.* – 2013. – Vol. 63, № 2. – P.209-212.
108. Prone position in percutaneous nephrolithotomy and postoperative visual loss. / Agah M., Ghasemi M., Roodneshin F. et al. // *Urol. J.* – 2011. – Vol.8, № 3. – P.191-196.
109. Cerebral Oxygenation Under General Anesthesia Can Be Safely Preserved in Patients in Prone Position: A Prospective Observational Study. / Babakhani B., Heroabadi A., Hosseinitabatabaei N. et al. // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2017. – Vol. 29, № 3. – P. 291-297. doi: 10.1097/ANA.0000000000000319.
110. Does prone positioning increase intracranial pressure? A retrospective analysis of patients with acute brain injury and acute respiratory failure. / Roth C., Ferbert A., Deinsberger W. et al. // *Neurocrit. Care.* – 2014. – Vol. 21, № 2. – P. 186-191. doi: 10.1007/s12028-014-0004-x.
111. The use of low dose plain solutions of local anaesthetic agents for spinal anaesthesia in the prone position: bupivacaine compared with levobupivacaine. / [Cuvas O., Gulec H., Karaaslan M., Basar H.] // *Anaesthesia.* – 2009. – Vol.64, № 1. – P.14-18. doi: 10.1111/j.1365-2044.2008.05680.x.
112. Regional anaesthesia for lumbar laminectomy - case series. / [Idehen H., Agbonkhese G., Obeta E., Imarengiaye C.] // *ScholArena.* – 2019. – Vol.6, № 1. – P.1-6.
113. Lumbar Spine Surgeries Under Spinal Anesthesia in High-Risk Patients: A Retrospective Analysis. / [Patil H., Garg N., Navakar D., Banabokade L.] // *World Neurosurg.* – 2019. – Vol.124. – P. e779-e782. doi: 10.1016/j.wneu.2019.01.023.
114. Lengthy complex lumbar fusion surgery in high-risk elderly patient under spinal anesthesia: A case report. / [Curto R.A., Edwards C.C., Lin C., Brown C.H.] // *Int. J. Surg. Case Rep.* – 2019. – Vol. 65. – P.31-134. doi: 10.1016/j.ijscr.2019.10.053.
115. Microdiscectomy: spinal anesthesia offers optimal results in general patient population. / McLain R.F., Tetzlaff J.E., Bell G.R. et al. // *J. Surg. Orthop. Adv.* – 2007. – Vol.16, № 1. – P.5-11.

116. Spinal versus general anesthesia for lumbar spine surgery in high risk patients: Perioperative hemodynamic stability, complications and costs. / Finsterwald M., Muster M., Farshad M. et al. // *J. Clin. Anesth.* – 2018. – Vol. 46. – P.3-7. doi: 10.1016/j.jclinane.2018.01.004. Epub 2018 Jan 6.
117. A prospective randomized study comparing short- and intermediate-term perioperative outcome variables after spinal or general anesthesia for lumbar disk and laminectomy surgery. / [Jellish W.S., Thalji Z., Stevenson K., Shea J.] // *Anesth. Analg.* – 1996. – Vol. 83, № 3. – P. 559-564. doi: 10.1097/00000539-199609000-00021.
118. Spinal anesthesia for lumbar spine surgery correlates with fewer total medications and less frequent use of vasoactive agents: A single center experience. / Deng H., Coumans J.V., Anderson R. et al. // *PLoS One.* – 2019. – Vol.14, № 6. – e0217939. doi: 10.1371/journal.pone.0217939.
119. Agarwal P. Cost analysis of spinal versus general anesthesia for lumbar diskectomy and laminectomy spine surgery. / Agarwal P., Pierce J., Welch W.C. // *World Neurosurg.* – 2016. – Vol.89. – P. 266-271. doi: 10.1016/j.wneu.2016.02.022.
120. An Analysis of the Cost-Effectiveness of Spinal Versus General Anesthesia for Lumbar Spine Surgery in Various Hospital Settings. / Morris M.T., Morris J., Wallace C. et al. // *Global Spine J.* – 2019. – Vol.9, № 4. – P. 368-374. doi: 10.1177/2192568218795867.
121. Jellish W.S. Spinal anesthesia for spinal surgery. / Jellish W.S., Shea J.F. // *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* – 2003. – Vol.17, № 3. – P. 323-334.
122. Heart rate variability and the prone position under general versus spinal anesthesia. / [Tetzlaff J.E., O'Hara J.F.Jr, Yoon H.J., Schubert A.J.] // *Clin. Anesth.* – 1998. – Vol.10, № 8. – P.656-659. doi: 10.1016/s0952-8180(98)00110-x.
123. Perioperative outcome and cost-effectiveness of spinal versus general anesthesia for lumbar spine surgery. / Kahveci K., Doger C., Ornek D. et al. // *Neurol. Neurochir. Pol.* – 2014. – Vol. 48, № 3. – P. 167-173. doi: 10.1016/ j.pjnns.2014.05.005.
124. Spread of spinal anesthesia in patients having perianal surgery in the jackknife position: effects of baricity of 0.5 % bupivacaine and positioning during and after induction of

- spinal anesthesia. / Ariyama J., Hayashida M., Sugimoto Y. et al. // *J. Clin. Anesth.* – 2009. – Vol.21, № 6. – P. 408-413. doi: 10.1016/j.jclinane.2008.11.008.
125. Смирнова Н.Н. Особенности проведения анестезии при операциях на позвоночнике. / Смирнова Н.Н., Стегний С.А., Белошапка В.А. // *Біль, знеболювання та інтенсивна терапія.* – 2012. – № 1. – P.454-455.
126. Kumar V. Use of Classic Laryngeal Mask Airway Inserted in Prone Position for Controlled Ventilation: A Feasibility Study. / Kumar V., Lalitha K., Lone T. // *Indian Journal of Anaesthesia.* – 2008. – Vol.52, № 6. – P.813-817.
127. Ng A. Induction of Anesthesia and Insertion of a Laryngeal Mask Airway in the Prone Position for Minor Surgery. / Ng A., Raitt D.G., Smith G. // *Anesthesia & Analgesia.* – 2002. – Vol.94, № 5. – P. 1194-1198.
128. Samantaray A. Tracheal intubation in the prone position with an intubating laryngeal mask airway following posterior spine impaled knife injury. / Samantaray A. // *Saudi J. Anaesth.* – 2011. – Vol.5, № 3. – P. 329-331.
129. Comparison of the LMA Supreme™ with the LMA Proseal™ for airway management in patients anaesthetized in prone position. / López A.M., Valero R., Hurtado P. et al. // *Br. J. Anaesth.* – 2011. – Vol.107, № 2. – P. 265-271. doi: 10.1093/bja/aer104.
130. ProSeal laryngeal mask airway™ insertion in the prone position: Optimal utilization of operation theatre personnel and time? / Sharma B., Sood J., Sehgal R. et al. // *Anaesthesiol. Clin. Pharmacol.* – 2014. – Vol. 30, № 2. – P. 177-182. doi: 10.4103/0970-9185.130005.
131. Zheng Y.L. Comparison between flexible laryngeal mask airway and reinforced tracheal tube used for lumbar vertebral surgery in prone position. / Zheng Y.L., Song W.F., Wang D.X. // *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* – 2017. – Vol.49, № 2. – P.262-266.
132. Ups Routine intubation in the prone position. / Baer K, Nyström B. // *J. Med. Sci.* – 2012. – Vol. 117, № 4. – P. 411-414. doi: 10.3109/03009734.2012.686125.
133. Sharma V. Prospective audit on the use of the LMA-Supreme for airway management of adult patients undergoing elective orthopaedic surgery in prone position. / Sharma V.,

- Verghese C., McKenna P.J. // *Br. J. Anaesth.* – 2010. – Vol.105, № 2. – P. 228-232. doi: 10.1093/bja/aeq118.
134. Direct laryngoscopy and endotracheal intubation in the prone position following traumatic thoracic spine injury. / [Zundert A., Kuczkowski K.M., Tijssen F., Weber E.] // *J. Anesth.* – 2008. – Vol.22, № 2. – P. 170-172. doi: 10.1007/s00540-007-0596-9.
135. A case of endotracheal intubation in prone position utilizing PENTAX-Airwayscope for morbidly obese patient. / Suzuki H., Nakajima W., Aoyagi M. et al. // *Masui.* – 2012. – Vol.61, № 4. – P.384-386.
136. Laryngeal mask in prone position: pure exhibitionism or a valid technique. / Weksler N., Klein M., Rozentsveig V. et al. // *Minerva Anesthesiol.* – 2007. – Vol.73, № 1-2. – P. 33-37.
137. Brimacombe J.R. The proseal laryngeal mask airway in prone patients: a retrospective audit of 245 patients. / Brimacombe J.R., Wenzel V., Keller C. // *Anaesth. Intensive Care.* – 2007. – Vol.35, № 2. – P. 222-225. doi: 10.1177/0310057X0703500211.
138. Emergency airway management with fiberoptic intubation in the prone position with a fixed flexed neck. / Hung M.H., Fan S.Z., Lin C.P. et al. // *Anesth. Analg.* – 2008. – Vol.107, №5. – P. 1704-1706. doi: 10.1213/ane.0b013e3181831e2e.
139. Awake endotracheal intubation and prone patient self-positioning: anesthetic and positioning considerations during percutaneous nephrolithotomy in obese patients. / Wu S.D., Yilmaz M., Tamul P.C. et al. // *J. Endourol.* – 2009. – Vol.23, № 10. – P. 1599-1602. doi: 10.1089/end.2009.1524.
140. Ellard L. Should we induce general anesthesia in the prone position? / Ellard L., Wong D.T. // *Curr. Opin. Anaesthesiol.* – 2014. – Vol.27, № 6. – P.635-642. doi: 10.1097/ACO.000000000000123.
141. Understanding spinal anesthesia. / Gouveia M.A., Imbelloni L.A. // *Acta Anesthesiologica Scandinavica.* – 2016. – Vol.50, № 2. – P. 259-260. doi: 10.1111/j.1399-6576.2006.00895.x
142. Takiguchi T. Deviation of cauda equina by changing position. / Takiguchi T., Yamaguchi S., Okuda Y. // *Anesthesiology.* – 2004. – Vol.100. – P.754-755.

143. Imbelloni L.E. Plain anaesthetic agent solutions in the prone position. / Imbelloni L.E., Gouveia M.A. // *Anaesthesia*. – 2009. – Vol.64, № 7. – P. 787. doi: 10.1111/j.1365-2044.2009.05977.x
144. Imbelloni LE. Spinal Hemianesthesia: Unilateral and Posterior. / Imbelloni L.E. // *Anesth. Essays Res.* – 2014. – Vol. 8, № 3. – P. 270-276. doi: 10.4103/0259-1162.143108.
145. Comparison between isobaric and hypobaric spinal anesthesia with tetracaine for lumbar laminectomy in prone position. / [Shin Y.S., Kim J., Lee K.Y., Kim N.H.] // *Korean J. Anesthesiol.* – 1994. – Vol. 27, № 1. – P. 48-53. doi: 10.4097/kjae.1994.27.1.48.
146. Minimizing Blood Loss in Spine Surgery. / Mikhail C., Pennington Z., Arnold P.M. et al. // *Global Spine J.* – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 71S-83S. doi: 10.1177/2192568219868475.
147. Allogeneic blood transfusions and postoperative infections after lumbar spine surgery. / Janssen S.J., Braun Y., Wood K.B. // *Spine J.* – 2015. – Vol.15. – P. 901-909.
148. Effect of liberal blood transfusion on clinical outcomes and cost in spine surgery patients. / Purvis T.E., Goodwin C.R., De la Garza-Ramos R., et al. // *Spine J.* – 2017. – Vol.17. – P.1255-1263.
149. Risk of aspirin continuation in spinal surgery: a systematic review and meta-analysis. / Goes R., Muskens I.S., Smith T.R. et al. // *Spine J.* – 2017. – Vol.17, № 12. – P. 1939-1946. doi: 10.1016/j.spinee.2017.08.238.
150. Perioperative Use of Anticoagulant and Platelet-inhibiting Medications for Elective Spine Surgery: Results of a Nationwide Survey. / [Baschera D., Oberle J., Grubhofer F., Schmid S.L.] // *J. Neurol. Surg. A Cent. Eur. Neurosurg.* – 2018. – Vol.79, № 5. – P. 398-407.
151. A Meta-analysis of the Impact of Aspirin, Clopidogrel, and Dual Antiplatelet Therapy on Bleeding Complications in Noncardiac Surgery. / Columbo J.A., Lambour A.J., Sundling R.A. et al. // *Ann. Surg.* – 2018. – Vol. 267, № 1. – P.1-10.

152. Oliveira L. Up-to-date thromboprophylaxis in elective spinal surgery. A systematic review. / Oliveira L., Marchi L., Pimenta L. // *Coluna/Columna*. – 2014. – Vol. 13, № 2. – P. 143-146. doi:10.1590/s1808-18512014130200413.
153. Comparison of Hemodynamic Stability and Pain Control in Lateral and Prone Positions in Patients undergoing Percutaneous Nephrolithotomy; a Randomized Controlled Trial Study. / Roodneshin F., Poor Z., Rostami P. et al. // *Urol. J.* – 2019. doi: 10.22037/uj.v0i0.4915.
154. A prospective comparison of a noninvasive cardiac output monitor versus esophageal Doppler monitor for goal-directed fluid therapy in colorectal surgery patients. / Waldron N., Miller T., Thacker J. et al. // *Anesth. Analg.* – 2014. – Vol. 118, № 5. – P. 966-975.
155. Adachi M. Perioperative sequential monitoring of hemodynamic parameters in patients with pheochromocytoma using the Non-Invasive Cardiac System (NICaS). / Matsuda Y., Kawate H., Shimada S. et al. // *Endocr. J.* – 2014. – Vol. 61, № 6. – P. 571-575.
156. Non-invasive cardiac output by transthoracic electrical bioimpedance in post-cardiac surgery patients: comparison with thermodilution method. / Gujjar A.R., Muralidhar K., Banakal S. et al. // *J. Clin. Monit. Comput.* – 2008. – Vol.22, № 3. – P.175-180. doi: 10.1007/s10877-008-9119-y.
157. Utility of stroke volume variation measured using non-invasive bioreactance as a predictor of fluid responsiveness in the prone position. / [Min J.J., Lee J.H., Hong K.Y., Choi S.J.] // *J. Clin. Monit. Comput.* – 2017. – Vol. 31, № 2. – P. 397-405. doi: 10.1007/s10877-016-9859-z.
158. Bioreactance is not comparison of a noninvasive cardiac output monitor versus esophageal Doppler monitor for goal-directed the effects of passive leg raising in critically ill patients. / Kupersztych-Hagege E., Teboul J., Artigas A. et al. // *Br.J.Anaesth.* – 2013. – Vol. 111, № 6. – P.961-966.
159. Meta-analyses on measurement precision of non-invasive hemodynamic monitoring technologies in adults. / Pestel G., Fukui K., Higashi M. et al. // *Anaesthesist.* – 2018. – Vol. 67, № 6. – P. 409-425. doi: 10.1007/s00101-018-0452-3.

160. РеоКом. Инструкция по медицинскому применению АИНЦ.941312.003 И1. Национальный аэрокосмический университет "ХАИ"НТЦ радиоэлектронных медицинских приборов и технологий "ХАИ-МЕДИКА". Харьков, 2011. – 163 с.
161. Noah L. Lessing, Charles C. Edwards, Charles H. Brown, Emily C. Ledford, Clayton L. Dean, Charles Lin, Charles C. Edwards. Spinal Anesthesia in Elderly Patients Undergoing Lumbar Spine Surgery *Orthopedics*. 2017;40(2):e317-e322 <https://doi.org/10.3928/01477447-20161219-01>.
162. Saugel B, Bebert EJ, Briesenick L. et al. Mechanisms contributing to hypotension after anesthetic induction with sufentanil, propofol, and rocuronium: a prospective observational study. *J Clin Monit Comput*. 2022;36:341–347. <https://doi.org/10.1007/s10877-021-00653-9>.
163. S. Sudfeld, S. Brechnitz, J. Y. Wagner, P. C. Reese, H. O. Pinnschmidt, D. A. Reuter and B. Saugel. Post-induction hypotension and early intraoperative hypotension associated with general anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 2017;119(1):57–64. doi: 10.1093/bja/aex127.
164. Charlotte Hofhuizen, Joris Lemson, Marc Snoeck, and Gert-Jan Scheffer. Spinal anesthesia-induced hypotension is caused by a decrease in stroke volume in elderly patients. *Local Reg Anesth*. 2019;12:19–26. doi: 10.2147/LRA.S193925.
165. Ozkose Z., Ercan B., Unal Y. et al. Inhalation versus total intravenous anesthesia for lumbar disc herniation: comparison of hemodynamic effects, recovery characteristics, and cost. *J. Neurosurg. Anesthesiol*. 2001;13(4):296-302. doi: 10.1097/00008506-200110000-00003.
166. Williams DL, Ludbrook G, Williamson E. Cardiac output and propofol concentrations in prone surgical patients. *Anaesth. Intensive Care*. 2011;39(5):868-874. doi: 10.1177/0310057X1103900511.
167. Wu CY, Lee TS, Chan KC et al. Does targeted pre-load optimisation by stroke volume variation attenuate a reduction in cardiac output in the prone position. *Anaesthesia*. 2012;67(7):760-764. doi: 10.1111/j.1365-2044.2012.07116.x.
168. Yoon H.K., Lee H.C., Chung J., Park H.P. Predictive Factors for Hypotension Associated With Supine-to-Prone Positional Change in Patients Undergoing Spine

- Surgery. J. Neurosurg. Anesthesiol. 2018;20:e-pub. doi: 10.1097/ANA.0000000000000565.
169. Рудь О.А. Інтраопераційна динаміка циркуляторних показників при різних методах загальної анестезії під час операцій у положенні на животі. Медицина невідкладних станів. 2015;3(66):32-34.
170. Schonauer C., Vocchetti A., Barbagallo G. et al. Positioning on surgical table. Eur. Spine J. 2004;13(1):850-855. doi: 10.1007/s00586-004-0728-y.
171. Park C.K. The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery. Anesth. Analg. 2000;91(3):552-557. doi: 10.1097/00000539-200009000-00009.
172. Edgcombe H, Carter K, Yarrow S, Edgcombe H. Anaesthesia in the prone position. British Journal of Anaesthesia. 2008;100(2):165-183.
173. Ali A, Abdullah T, Sabanci P.A. et al. Comparison of ability of pulse pressure variation to predict fluid responsiveness in prone and supine position: an observational study. J. Clin. Monit. Comput. 2019;33(4):573-580. doi: 10.1007/s10877-018-0195-3.
174. Kim E., Kim H., Lim Y. et al. Comparison of Intra-Abdominal Pressure Among 3 Prone Positional Apparatuses After Changing From the Supine to the Prone Position and Applying Positive End-Expiratory Pressure in Healthy Euvolemic Patients: A Prospective Observational Study. J. Neurosurg. Anesthesiol. 2017;29(1):14-20. doi: 10.1097/ANA.0000000000000257.
175. Jozwiak M, Monnet X, Teboul J.-L. Optimizing the Circulation in the Prone Patient. Curr. Opin. Crit. Care. 2016;22(3):239-245. doi: 10.1097/MCC.0000000000000308.
176. Magder S. Is All on the Level? Hemodynamics during Supine versus Prone Ventilation. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. 2013;188(12):1390-1391. doi:10.1164/rccm.201311-1957ed.
177. Suren Soghomonyan, Nicoleta Stoicea, Gurneet S. Sandhu, Jeffrey J. Pasternak, and Sergio D. Bergese. The Role of Permissive and Induced Hypotension in Current Neuroanesthesia Practice. Front Surg. 2017;4:1. doi: 10.3389/fsurg.2017.00001

178. Bible J. E, Mirza M, & Knaub M. A. Blood-loss Management in Spine Surgery. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2018;26(2):35–44. doi:10.5435/jaaos-d-16-00184.
179. Bondar R. Analysis of the influence of risk factors on the development of early postoperative cognitive dysfunction after otolaryngological operations under general anesthesia with controlled hypotension. *EMERGENCY MEDICINE*. 2021;16(6):103–109. <https://doi.org/10.22141/2224-0586.16.6.2020.216518>.
180. Aparicio MAI, Rizo FY, Pineda GAR. Controlled hypotension in spinal surgery. *Revista Cubana de Ortopedia y Traumatología*. 2020;34(1):1-22.
181. Shimelis Seid Tegegne, Amare Hailekiros Gebregzi, Nurhussen RiskyArefayne. Deliberate hypotension as a mechanism to decrease intraoperative surgical site blood loss in resource limited setting: A systematic review and guideline. *International Journal of Surgery Open*. 2021;29:55-65.
182. Lang B, Zhang L, Lin Y, Zhang W, Li F-s, Chen S. Comparison of effects and safety in providing controlled hypotension during surgery between dexmedetomidine and magnesium sulphate: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS ONE*. 2020;15(1):e0227410. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227410>.
183. Zahra Taghipour Anvari, Nader Afshar-Fereydouniyan, Farnad Imani, Mojgan Sakhaei, Babak Alijani and Masood Mohseni. Effect of Clonidine Premedication on Blood Loss in Spine Surgery. *Anesthesiology and Pain Medicine*. 2012;1(4);252-256.
184. Sadrolsadat SH, Mahdavi AR, Moharari RS, et al. A prospective randomized trial comparing the technique of spinal and general anesthesia for lumbar disk surgery: a study of 100 cases. *Surg Neurol*. 2009;71:60–65.
185. Zorrilla-Vaca, A., Healy, R. J., & Mirski, M. A. A Comparison of Regional Versus General Anesthesia for Lumbar Spine Surgery. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*. 2017;29(4),415–425. doi:10.1097/ana.0000000000000362.
186. Meng T, Zhong Z, & Meng L. Impact of spinal anaesthesia vs. general anaesthesia on peri-operative outcome in lumbar spine surgery: a systematic review and meta-analysis of randomised, controlled trials. *Anaesthesia*. 2016;72(3):391–401. doi:10.1111/anae.13702

187. Albertin A, La Colla L, Gandolfi A, et al. Greater peripheral blood flow but less bleeding with propofol versus sevoflurane during spine surgery: a possible physiologic model? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33:2017–2022.
188. Willner Dafna, Spennati Valeria, Stohl Shelly, Tosti Giulia, Aloisio Simone, Bilotta Federico. Spine Surgery and Blood Loss: Systematic Review of Clinical Evidence. *Anesthesia & Analgesia*. 2016;123(5):1307–1315. doi: 10.1213/ANE.0000000000001485.
189. Gerbershagen HJ, Aduckathil S, van Wijck AJM, et al. Pain intensity on the first day after surgery: a prospective cohort study comparing 179 surgical procedures. *Anesthesiology* 2013;118:934–944.
190. Malik O, Kaye A, Urman R. Perioperative Hyperalgesia and Associated Clinical Factors. *Curr Pain Headache Rep*. 2017;21(1):1-4.
191. Samuel N, Bernstein M, Alotaibi NM, Kalia SK, Shamji MF. Patient Perspectives Regarding Ethics of Spinal Column Stimulators in the Surgical Management of Persistent Postoperative Neuropathic Pain. *Neuromodulation*. 2017 Apr;20(3):274-278. doi: 10.1111/ner.12470.
192. Orita S, Yamashita T, Ohtori S, Yonenobu K, Kawakami M, Taguchi T, et al. Prevalence and Location of Neuropathic Pain in Lumbar Spinal Disorders: Analysis of 1804 Consecutive Patients With Primary Lower Back Pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Aug;41(15):1224-31. doi: 10.1097/BRS.0000000000001553.
193. Kim KH, Moon S, Hwang CJ, Cho YE. Prevalence of neuropathic pain in patients scheduled for lumbar spine surgery: Nationwide, multicenter, prospective study. *Pain Physician*. 2015;18(5):E889-E897.
194. Yamashita T, Takahashi K, Yonenobu K, Kikuchi S. Prevalence of neuropathic pain in cases with chronic pain related to spinal disorders. *J Orthop Sci*. 2014 Jan;19(1):15-21. doi: 10.1007/s00776-013-0496-9.
195. Devin C, McGirt M. Best evidence in multimodal pain management in spine surgery and means of assessing postoperative pain and functional outcomes. *J Clin Neurosci*. 2015;22:930-8. DOI: 10.1016/j.jocn.2015.01.003

196. Wainwright T, Immins T, Middleton R. Enhanced recovery after surgery (ERAS) and its applicability for major spine surgery. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2016;30(1):91-102. doi: 10.1016/j.bpa.2015.11.001.
197. Mathiesen O, Dahl B, Thomsen BA, Kitter B, Sonne N, Dahl JB, et al. A comprehensive multimodal pain treatment reduces opioid consumption after multilevel spine surgery. *Eur Spine J.* 2013 Sep;22(9):2089-96. doi: 10.1007/s00586-013-2826-1.
198. Debono B, Corniola M, Pietton R, Sabatier P, Hamel O, Tessitore E. Benefits of Enhanced Recovery After Surgery for fusion in degenerative spine surgery: impact on outcome, length of stay, and patient satisfaction. *Neurosurg Focus.* 2019;46(4):E6. doi: 10.3171/2019.1.FOCUS18669.
199. Elsarrag M, Soldozy S, Patel P, Norat P, Sokolowski JD, Park MS, Tvrdik P, Kalani MYS. Enhanced recovery after spine surgery: a systematic review. *Neurosurg Focus.* 2019 Apr 1;46(4):E3. doi: 10.3171/2019.1.FOCUS18700.
200. Fiasconaro M, Wilson LA, Bekeris J, Liu J, Poeran J, Soffin EM, Memtsoudis SG. Enhanced Recovery Implementation and Perioperative Outcomes in Posterior Fusion Patients. *Spine (Phila Pa 1976).* 2020 Mar 19. doi: 10.1097/BRS.0000000000003495.
201. Yoshihara H. Pain medication use after spine surgery: is it assessed in the literature? A systematic review. *BMC Research Notes.* 2015;8:323. doi: 10.1186/s13104-015-1287-5.
202. Pozek JP, Beausang D, Baratta JL, Viscusi ER. The Acute to Chronic Pain Transition: Can Chronic Pain Be Prevented? *Med Clin North Am.* 2016 Jan;100(1):17-30. doi: 10.1016/j.mcna.2015.08.005.
203. Yoo JS, Ahn J, Buvanendran A, Singh K. Multimodal analgesia in pain management after spine surgery. *J Spine Surg.* 2019 Sep;5(Suppl 2):S154-S159. doi: 10.21037/jss.2019.05.04.
204. Cruickshank AM, Fraser WD, Burns HJ, Van Damme J, Shenkin A. Response of serum interleukin-6 in patients undergoing elective surgery of varying severity. *Clin Sci (Lond).* 1990 Aug;79(2):161-5. DOI: 10.1042/cs0790161.

205. Kurd M., Kreitz T., Schroeder G., Vaccaro A. The Role of Multimodal Analgesia in Spine Surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(4):260-268. doi: 10.5435/JAAOS-D-16-00049.
206. Kien NT, Geiger P, Chuong HV, Cuong NM, Dinh NV, Pho DC, et al. Preemptive analgesia after lumbar spine surgery by pregabalin and celecoxib: a prospective study. *Drug Design, Development and Therapy* 2019;13 2145-52.
207. Cozowicz C, Bekeris J, Poeran J, Zubizarreta N, Schwenk E, Girardi F, et al. Multimodal Pain Management and Postoperative Outcomes in Lumbar Spine Fusion Surgery: A Population-Based Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976).* 2019 Nov 15. doi: 10.1097/BRS.0000000000003320. [Epub ahead of print].
208. Chavush, M. A., Yağar, S., Ertürk, A., & Özgök, A. Preliminary investigation of preoperative pregabalin and total intravenous anesthesia doses: a randomized controlled trial. *Journal of Clinical Anesthesia.* 2017;41:137–140. doi:10.1016/j.jclinane.2016.01.019.
209. Faten A. AlAbkal, Sawsan Zaitone, Yasser M. Moustafa Anxiolytic-like effect of Pregabalin in mice tested in the dark/light box and the elevated plus maze test: effect on cannabinoid CB1 receptors *Records of Pharmaceutical and Biomedical Sciences.* 2017;1(1):33-46 DOI: 10.21608/RPBS.2018.5918
210. Spreng UJ, Dahl V, Reader J. Effect of a single dose of pregabalin on post-operative pain and preoperative anxiety in patients undergoing discectomy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2011;55:571-6.
211. Ghai A, Gupta M, Rana N, Wadhwa R. The effect of pregabalin and gabapentin on preoperative anxiety and sedation: a double blind study. *ANAESTH, PAIN & INTENSIVE CARE.* 2012;16(3):257-261.
212. Mico JA, Prieto R. Elucidating the mechanism of action of pregabalin:  $\alpha 2\delta$  as a therapeutic target in anxiety. *CNS Drugs* 2012;26:637-48.
213. Grant MC, Betz M, Hulse M, Zorrilla-Vaca A, Hobson D, Wick E, Wu CL. The effect of preoperative pregabalin on postoperative nausea and vomiting: a meta-analysis. *Anesthesia & Analgesia.* 2016;123(5):1100-1107.

214. Nielsen RV Adjuvant analgesics for spine surgery. *Dan Med J*. 2018 Mar;65(3):B5468.
215. Zorrilla-Vaca A, Healy RJ, Mirski MA. A Comparison of Regional Versus General Anesthesia for Lumbar Spine Surgery. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 2017;29(4):415–25. doi:10.1097/ana.0000000000000362.
216. Meng T, Zhong Z, Meng L. Impact of spinal anaesthesia vs. general anaesthesia on peri-operative outcome in lumbar spine surgery: a systematic review and meta-analysis of randomised, controlled trials. *Anaesthesia*. 2016;72(3):391–401. doi:10.1111/anae.13702.
217. Raja S, Shetty AP, Subramanian B, Kanna RM, Rajasekaran S. A prospective randomized study to analyze the efficacy of balanced pre-emptive analgesia in spine surgery. *Spine J*. 2019 Apr;19(4):569-577. doi: 10.1016/j.spinee.2018.10.010.
218. Alboog A, Bae S, Chui J. Anesthetic management of complex spine surgery in adult patients: a review based on outcome evidence. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2019 Oct;32(5):600-608. doi: 10.1097/ACO.0000000000000765.
219. Bala R, Kaur J, Sharma J, Singh R. Comparative Evaluation of Pregabalin and Clonidine as Preemptive Analgesics for the Attenuation of Postoperative Pain Following Thoracolumbar Spine Surgery. *Asian Spine J*. 2019 Dec;13(6):967-75. doi: 10.31616/asj.2019.0031.
220. Wang Y, Guo X, Guo Z, Xu M. Preemptive analgesia with a single low dose of intrathecal morphine in multilevel posterior lumbar interbody fusion surgery: a double-blind, randomized, controlled trial. *Spine J*. 2020 Mar 13. pii: S1529-9430(20)30093-0. doi: 10.1016/j.spinee.2020.03.001.
221. Siribumrungwong K, Cheewakidakarn J, Tangtrakulwanich, B. Nimmaanrat S. Comparing parecoxib and ketorolac as preemptive analgesia in patients undergoing posterior lumbar spinal fusion: a prospective randomized double-blinded placebo-controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*. 2015;16,59, doi:10.1186/s12891-015-0522-5
222. Oh SK, Kwon WK, Park S, Ji SG, Kim JH, Park YK, et al. Comparison of Operating Conditions, Postoperative Pain and Recovery, and Overall Satisfaction of Surgeons with

- Deep vs. No Neuromuscular Blockade for Spinal Surgery under General Anesthesia: A Prospective Randomized Controlled Trial. *J Clin Med.* 2019 Apr;8(4):498. doi: 10.3390/jcm8040498
223. Spivak A, Xu JL. Ultrasound guided paraspinal intrafascial plane blocks for postoperative analgesic on spine surgery. *J Spine Surg.* 2019 Dec; 5(4): 601–602. doi: 10.21037/jss.2019.11.08
224. Ueshima H, Hara E, Otake H. Thoracolumbar interfascial plane block provides effective perioperative pain relief for patients undergoing lumbar spinal surgery; a prospective, randomized and double blinded trial. *J Clin Anesth.* 2019 Dec; 58():12-17.
225. Williams MG, Rigney B, Wafai A, Walder A. Are dorsal ramus nerve blocks the solution to postoperative lumbar spine surgery pain? *J Spine Surg.* 2019 Jun;5(2):245-250. doi: 10.21037/jss.2019.05.01.
226. Newman S, Stygall J, Hirani S, Shaefi S, Maze M. Postoperative cognitive dysfunction after noncardiac surgery: a systematic review *Anesthesiology.* 2007;106(3):572-590.
227. Ezhevskaya AA, Ovechkin AM, Prusakova ZB1 Zagrekov VI, Mlyavykh SG, Anderson DG. Relationship among anesthesia technique, surgical stress, and cognitive dysfunction following spinal surgery: a randomized trial *J Neurosurg Spine.* 2019 Sep;6:1-8. doi: 10.3171/2019.4.SPINE184.
228. Song KJ, Ko JH, Kwon TY, Choi BW. Etiology and Related Factors of Postoperative Delirium in Orthopedic Surgery. *Clin Orthop Surg.* 2019 Sep;11(3):297-301. doi: 10.4055/cios.2019.11.3.297.
229. Urban MK, Sasaki M, Schmucker AM, Magid SK Postoperative delirium after major orthopedic surgery. *World J Orthop.* 2020 Feb 18;11(2):90-106. doi: 10.5312/wjo.v11.i2.90. eCollection 2020 Feb 18.
230. Hypotension associated with prone body position: a possible overlooked postural hypotension / T. Yasuharu, T.-I. Rieko, Y.Miyuki et al. // DOI: 101291/hypres.28.741
231. Evaluation of oxygen saturation values in different body positions in healthy individuals / [Ceylan B., Khorshid L., Gunes UY, Zaybak A.] // *J.Clin.Nurs.* – 2016. – Vol. 25 , № 7-8/ – P. 1095-1100.

232. A comprehensive review of prone position in ARDS / Kallet R.H. // *Respirat.Care.* – 2015. – Vol. 60, № 11/ – P. 1660-1687.
233. Emergence from anesthesia in the prone versus supine position in patients undergoing lumbar surgery / Olimpio M.A., Youngblood B.L., James R.L. // *Anesthesiology.* – 2000. – Vol. 93, № 4/ – P. 959-963.
234. Negative chronotropic cardiovascular changes in lumbar spine surgery: A potential spinal-cardiac reflex? / Sultan K.A., Ashraf M., Chaudhary A. et al. // *Asian J.Neurosurg.* – 2023. – Vol. 18, № 2. – P. 404-409.
235. Hemodynamic effects of extended prone position sessions in ARDS / Ruste M., Bitker L., Yonis H., Riad Z. et al. // *Ann.Intensive Care.* – 2018. – Vol. 2, № 1.
236. Hemodynamic implications of prone position in patients with ARDS / Lai Ch., Monnet X., Teboul J.-L. // *Critical Care* – 2023, 27 (98). – P.1-8.
237. Unilateral mydriasis: a complication of spine surgery in prone position / Gupta P., Adabala V.B., Barik A.K. // *Braz.J. Anaesthesiol.* – 2019, 69(3). – P. 319-321.
238. Perioperative visual loss / Kla K.M., Lee L.A. // *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* – 2016,30(1), P. 69-77.
239. Cerebrovascular assessment of patients undergoing shoulder surgery in beach chair position using a multiparameter transcranial Doppler approach / Cardim D., Robba Ch., Matta B. et al. // *J. Clinical Monitoring and Computing original research.* – 2019, Vol. 33, P. 615-625.
240. Safety of beach chair position shoulder surgery: a review of the current literature / Murphy G., Greenberg S.B., Szokol J.W. // *Anesthesia & analgesia.* – 2019, 29(1), P. 101-118.
241. Prone Versus Sitting Position in Neurosurgery – Differences in Patients Hemodynamics Management / Luostarinen T., Lindroos A.- Ch., Maiya T. et al. // *World Neurosurgery.* – 2017, vol. 97, P. 261-266.
242. Effect of head rotation on cerebral blood velocity in the prone position / Hojlund J., Sandmand M., Sonne M et al. // *Anesthesiology Research and Practice*, 2012, ID647258 s.1-6. doi: 10.1155/2012/647258

243. Comparative studies of patient positioning for lumbar intervertebral disk operation / Rudolph Ch., Schaffranietz L., Hellmundt L. et al. // *Anaesthesiol Reanim.* – 2002; 27(2), P. 38-41.
244. Haemodynamic changes during prone positioning in anaesthetised chronic cervical myelopathy patients / [Manohar N., Ramesh V., Radhakrishnan M., Chakraborti D.] // *Indian J. Anaesth.* – 2019, 63 (3), P. 212-217.
245. A comparative study of hemodynamic changes between prone and supine emergence from anesthesia in lumbar disc surgery / Channabasappa Sh.M., Shankarnarayana P. // *Anesth. Essays Res.* – 2013, 7 (2), P. 173-177.
246. Hemodynamic impact of prone position. Let's protect the lung and its circulation to improve prognosis / Vieillard-Baron A., Boissier F., Pessenti A. // *Intensive Care Med.* – 2023, 49 (6), P. 692-694.
247. Heart rate variability and the prone position under general versus spinal anesthesia / [Tetzlaff J.E., O'Hara J.F.Jr, Yoon H.J., Schubert A.] // *J. Clin. Anesth.* – 1998; 10 (8), P. 656-659.
248. Predictive factors for hypotension associated with supine-to-prone positional change in patients undergoing spine surgery / [Yoon H.K., Lee H.C., Chung J., Park H.P.] // *J. Neurosurg. Anesthesiol.* – 2020. – №2. – P. 140-146.
249. Influence of body position on hemodynamics in patients with ischemic heart disease undergoing cardiac surgery / Mekis D., Kamenik M. // *Wien Klin Wochenschr.* – 2010. – Vol. 22, № 2. P. 59-62 doi:10.1007/s00508-010-1346-9.
250. Should we induce general anesthesia in the prone position? / Ellard L., Wong D.T. // *Curr. Opin Anaesthesiol.* – 2014, Vol.27 (6), P. 635-642.
251. Limited effect of sugammadex on postoperative pulmonary complications in patients undergoing spine surgery in prone position intraoperatively: A retrospective analysis of matched cohort data / [Ko E., Kwak J.S., Park H., Lim Ch.H.] // *Medicine (Baltimore).* – 2023; 102 (44): p e 35858 doi 10.1097/MD00000000000035858.
252. Johnson T, Watson P. An inexpensive self-assembly pressure algometer. *Anaesthesia.* 1997;52(11):1070-2.

253. Baron R, Binder A, Attal N, Casale R, Dickenson AH, Treede RD. Neuropathic low back pain in clinical practice. *Eur J Pain*. 2016;20(6):861-73. doi: 10.1002/ejp.838.]
254. Fishbain DA, Cole B, Lewis JE, Gao J. What is the evidence that neuropathic pain is present in chronic low back pain and soft tissue syndromes? An evidence-based structured review. *Pain Med*. 2014;15(1):4-15. doi: 10.1111/pme.12229.
255. Besen E., Young A.E., Shaw W.S. Returning to work following low back pain: towards a model of individual psychosocial factors. *J Occup Rehabil* 2015;25(1):25–37. PMID: 24846078. DOI: 10.1007/ s10926-014-9522-9.
256. Овечкин А.М., Политов М.Е. Послеоперационное обезболивание с точки зрения доказательной медицины. *Вестник интенсивной терапии*. 2016;2:51–60.
257. Fornasari D. Pharmacotherapy for Neuropathic Pain: A Review. *Pain Ther*. 2017;6(Suppl 1):25-33. doi: 10.1007/s40122-017-0091-4.
258. Lam DM, Choi SW, Wong SS, Irwin MG, Cheung CW. Efficacy of Pregabalin in Acute Postoperative Pain Under Different Surgical Categories: A Meta-Analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(46):e1944. doi: 10.1097/MD.0000000000001944.
259. Stephenson JB, Golz DE, Brasher MJ. Phenazepam and its Effects on Driving. *Journal of Analytical Toxicology* 2013;37:25–29. doi:10.1093/jat/bks080.
260. Dashtbani M, Dori MM, Hassani M, Omid-Kashani F. A Survey on the Short-term Outcome of Microlumbar Discectomy with General versus Spinal Anesthesia. *Clin Orthop Surg*. 2019 Dec;11(4):422-426. <https://doi.org/10.4055/cios.2019.11.4.422>.
261. Gan TJ, Diemunsch P, Habib AS, Kovac A, Kranke P, Meyer TA, et al. Consensus guidelines for the management of postoperative nausea and vomiting. *Anesth Analg*. 2014 Jan;118(1):85-113. doi: 10.1213/ANE.0000000000000002.