

Нова методика анальної манометрії для оцінки функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки

В. В. Балицький

Вінницький національний медичний університет імені М. І. Пирогова,
Хмельницька обласна лікарня

Реферат

Мета. Розробка нового сучасного прецензійного тензометричного сфінктерометра для оцінки функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки в нормі з підвищенням точності результатів реєстрації створюваних у ньому абсолютних величин тиску.

Матеріали і методи. Проаналізовані результати анальної манометрії (сфінктерометрії) 90 пацієнтів (45 чоловіків і 45 жінок) у віці від 18 до 72 років без аноректальної патології та проявів анальної інконтиненції для встановлення нормальних показників стану сфінктерного апарату прямої кишки з використанням новоствореного сучасного прецензійного тензометричного сфінктерометра.

Результати. Проведене сфінктерометричне дослідження дозволило встановити такі показники функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки в нормі для чоловіків: тонус сфінктера ($26,7 \pm 2,2$) мм рт. ст., максимальне скорочення ($35,6 \pm 5,1$) мм рт. ст., градієнт вольового скорочення ($9 \pm 4,9$) мм рт. ст., кашльова проба ($36,5 \pm 4,9$) мм рт. ст., проба з натужуванням ($38,2 \pm 3,5$) мм рт. ст.; для жінок: тонус сфінктера ($23,3 \pm 2,5$) мм рт. ст., максимальне скорочення ($31,3 \pm 4,3$) мм рт. ст., градієнт вольового скорочення ($8,0 \pm 3,6$) мм рт. ст., кашльова проба ($31,6 \pm 3,0$) мм рт. ст., проба з натужуванням ($32,4 \pm 3,0$) мм рт. ст.

Висновки. Запропонована методика анальної манометрії дозволяє детально дослідити й об'єктивно оцінити функціональний стан сфінктерного апарату прямої кишки в нормі у чоловіків і жінок за такими показниками, як тонус і максимальне скорочення сфінктера, градієнт вольового скорочення, а також виконати проби кашльову та з натужуванням.

Ключові слова: анальна манометрія; сфінктерометр; сфінктерний апарат прямої кишки.

Анальна континенція забезпечується узгодженою взаємодією рецепторного апарату чутливої зони прямої кишки та анального каналу, провідних нервових шляхів спинного та головного мозку з м'язовими структурами зовнішнього і внутрішнього сфінктерів. Тиск, який створюється сфінктерним апаратом прямої кишки у спокої, обумовлений тонічною активністю як гладкої мускулатури внутрішнього сфінктера, так і поперечно-посмугованих м'язів зовнішнього сфінктера. На 70 – 80% його величини визначаються роботою внутрішнього сфінктера і тільки на 20 – 30% – роботою зовнішнього сфінктера. А от вольове скорочення здійснюється переважно поперечно-посмугованими м'язами зовнішнього сфінктера і м'язами тазового дна [1].

Об'єктивна оцінка функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки перш за все необхідна для виявлення механізму анальної інконтиненції та вибору методу її корекції, а також для порівняння існуючих методів лікування різноманітних захворювань анального каналу і прямої кишки [2].

Найбільш поширений метод вивчення функції зовнішнього і внутрішнього анальних сфінктерів – сфінктерометрія, яка дозволяє оцінити їх сумарну скоротливу активність та може бути механічною (тонічною) і балонною (манометричною). Механічна (тонічна) сфінктерометрія базується на тензометричному принципі дії, тобто скорочення сфінктера перетворюються в електричний сигнал за допомогою п'єзоелемента. Балонна (манометрична)

сфінктерометрія передбачає визначення тиску всередині балона, заповненого водою або повітрям та з'єднаного з вимірювальним пристроєм, який уводять в анальний канал [3]. Недолік цієї методики полягає в неможливості оцінити, якою є участь у тонічній напрузі внутрішнього і зовнішнього сфінктерів, а також у тому, що кількісна оцінка показників тиску можлива тільки у спокої та під час вольового скорочення. Крім того, ця методика не дає змоги обрахувати градієнт вольового скорочення, тобто різницю між максимальним зусиллям сфінктера при довільному скороченні та його тонічною напругою [3].

Альтернативою зазначеним методам є аноректальна манометрія за допомогою перфузійних катетерів (профілометрія), але вона потребує більше часу для виконання та значно дорожча, ніж сфінктерометрія [4].

Аноректальна манометрія значно просунулася вперед за останнє десятиліття, про що свідчить поява цієї технології з високою роздільною здатністю або тривимірної аноректальної манометрії високої чіткості, яка дає можливість оцінити декілька функцій аноректальної ділянки, а саме: ректально-анальну рефлекторну активність, функцію анального сфінктера, ректоанальну координацію під час моделювання дефекації та ректальну сенсорну функцію. Тривимірна аноректальна манометрія високої чіткості може допомогти в діагностиці функціональних аноректальних розладів, але даних щодо порівняння безсимптомного і симптоматичного їх перебігу досить мало [5, 6]. Крім того, клінічний вплив результатів, отри-

маних за допомогою цих нових технологій, ще належить добре вивчити та проаналізувати [7, 8].

Отже, актуальність проблеми анальної континентності досить висока і спонукає до розробки та впровадження у клінічну практику нових сучасних ефективних методів анальної манометрії для оцінки функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки в нормі та при різноманітній проктологічній патології.

Мета дослідження: розробка нового сучасного прецензійного тензометричного сфінктерометра для оцінки функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки в нормі з підвищенням точності результатів реєстрації створюваних у ньому абсолютних величин тиску.

Матеріали і методи дослідження

У серпні 2023 року у відділенні проктології Хмельницької обласної лікарні розроблено і впроваджено у клінічну практику прецензійний тензометричний сфінктерометр для оцінки стану сфінктерного апарату прямої кишки (Свідчення про реєстрацію авторського права на твір №123235 від 25.01.2024 року, видане Українським національним офісом інтелектуальної власності та інновацій).

Новостворений сфінктерометр (рис. 1) відрізняється тим, що містить встановлений у корпус циліндричний пружинний датчик, що дозволяє реєструвати показники тиску сфінктерного апарату прямої кишки, причому датчик виконаний у вигляді циліндра із заокругленим кінцем. Внутрішня частина датчика являє собою сталеву або пластикову пружину циліндричної форми, на поверхні якої розташовані чотири тензометричні датчики, які створюють зони вимірювання, що взаємно перекриваються. Кожен тензометричний датчик з'єднаний з електронним модулем сфінктерометра. Внутрішня порожнина пружини заповнена спіненим поліуретаном. Жорсткість конструкції забезпечує сталевий стрижень, що проходить уздовж усього сфінктерометра. У носовій частині розташований електронний термометр для отримання показників температури тіла пацієнта, з'єднаний з електронним модулем сфінктерометра.

До складових сфінктерометра входить склянка-підставка, всередині якої міститься дезінфікуюча рідина, підігріта до 36 °C (рис. 2).

Сфінктерометр, перебуваючи в рідині, нагрівається до заданої температури, про що сигналізують кольорові показники, і пацієнт не відчуває контакту з холодним предметом, що запобігає можливому негативному впливу на показники дослідження. Сфінктерометр та склянка-підставка приєднуються до електронного блока, який у свою чергу приєднується до персонального комп'ютера (ПК) і через спеціалізоване програмне забезпечення передає дані на його монітор (рис. 3).

Для проведення сфінктерометрії з метою встановлення показників сфінктерного апарату прямої кишки в нормі було залучено 90 пацієнтів: 45 (50%) жінок і 45 (50%) чоловіків. Вік пацієнтів варіював від 18 до 72 років.

Усім 90 пацієнтам перед анальною манометрією для виключення можливої аноректальної патології, яка могла б призвести до порушення функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки, було проведено проктологічне обстеження, яке включало огляд періанальної ділянки, пальцеве дослідження прямої кишки та ректороманоскопію. У жодного з обстежених пацієнтів не було виявлено ніякої патології анального каналу чи прямої кишки, які могли б призвести до порушення функціонального стану сфінктерного апарату.

Для проведення анальної манометрії на робочу частину сфінктерометра з тензометричними датчиками наносили латексне захисне покриття, змащене спеціальним гелем, та обережно вводили її в анальний канал. Сфінктерометрію розпочинали проводити через 1 хв після введення робочої частини сфінктерометра в анальний канал – час, необхідний для адаптації пацієнта для дослідження та згасання анального рефлексу, викликаного введенням прилада.

Під час сфінктерометрії у всіх пацієнтів визначали величини (у мм рт. ст.) таких показників функціонального стану сфінктерного апарату: тонус сфінктера, максимальне скорочення, градієнт вольового скорочення, а також виконували проби кашльову та з натужуванням. Дані з тензометричних датчиків передавались на електронний блок, який обробляв і аналізував необхідну інформацію та завдяки з'єднанню з ПК і спеціальному програмному забезпеченню давав змогу представити отриману інформацію у вигляді чотирьох графічних зображень.

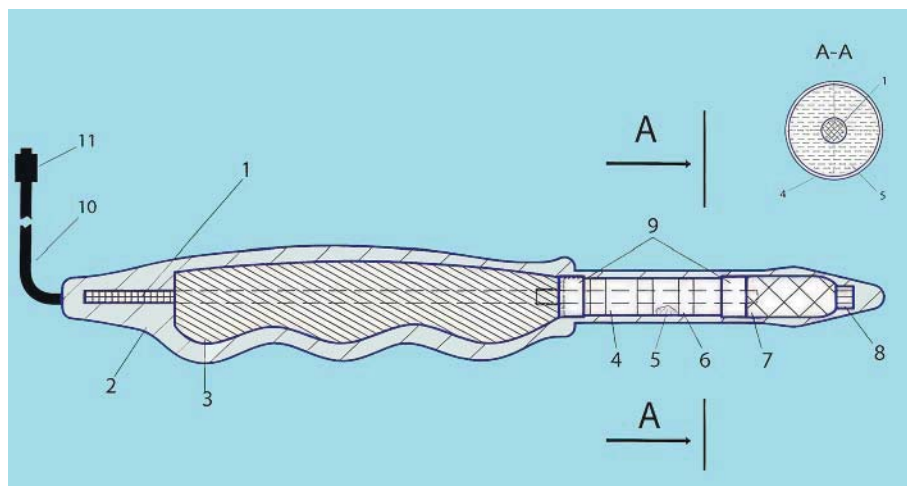


Рис. 1.
Схематичне зображення сфінктерометра:
1 – сталевий стрижень; 2 – силіконовий чохол; 3 – пластиковий силовий елемент корпусу; 4 – сталевий (пластиковий) пружина; 5 – спінений поліуретан; 6 – тензометричні датчики; 7 – пластикова «головка» направляюча; 8 – термометричний датчик; 9 – фіксуючі муфти; 10 – кабель передачі даних; 11 – вилка mini USB для підключення до електронного блока.

Статистичний аналіз отриманих даних проводили з використанням програмного забезпечення IBM SPSS STATISTICS SUBSCRIPTIONAL TRIAL (номер ліцензії L-CZAA-BHG85V). Об'єм вибірки становив 90 пацієнтів (45 чоловіків і 45 жінок).

Для опису показників функціонального стану сфінктера використовували їх середнє значення (СЗ), стандартне відхилення (СВ), а також мінімальне (мін.) і максимальне (макс.) значення.

Наявність статистично значущих відмінностей між середніми значеннями показників у групах чоловіків і жінок визначали за допомогою методу ANOVA (Analysis of Variance). Критичний рівень статистичної значущості становив 0,05.

Результати

Проведене сфінктерометричне дослідження дозволило встановити такі нормативні показники функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки у чоловіків: тонус сфінктера – від 22,4 до 31,4 мм рт.ст., СЗ показника ($26,7 \pm 2,2$) мм рт.ст., максимальне скорочення – від 29,5 до 48,6 мм рт.ст., СЗ показника ($35,6 \pm 5,1$) мм рт.ст., градієнт вольового скорочення – від 2,4 до 25,1 мм рт.ст., СЗ показника ($9,0 \pm 4,9$) мм рт.ст., кашльова проба – від 30,4 до 46,5 мм рт.ст., СЗ показника ($36,5 \pm 3,5$) мм рт.ст., проба з натужуванням – від 29,6 до 45,3 мм рт.ст., СЗ показника ($38,2 \pm 3,5$) мм рт.ст.; у жінок: тонус сфінктера – від 19,5 до 29,9 мм рт.ст., СЗ показника ($23,3 \pm 2,5$) мм рт.ст., максимальне скорочення – від 23,9 до 45,6 мм рт.ст., СЗ показника ($31,3 \pm 4,3$) мм рт.ст., градієнт вольового скорочення – від 1,8 до 22,0 мм рт.ст., СЗ показника ($8,0 \pm 3,6$) мм рт.ст., кашльова проба – від 22,8 до 38,2 мм рт.ст., СЗ показника ($31,6 \pm 3,0$) мм рт.ст., проба з натужуванням – від 26,5 до 41,7 мм рт.ст., СЗ показника ($32,4 \pm 3,0$) мм рт.ст. Отримані дані анальної манометрії чоловіків і жінок різнилися статистично значущо (див. таблицю).

Графічно показники функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки під час анальної манометрії мали вигляд кривих, які відображали їх мінімальні, максимальні і середні значення, а також час обстеження (рис. 4).

Обговорення

Запропонована методика анальної манометрії (сфінктерометрії) дозволяє об'єктивно оцінити функціональ-

Дані статистичного аналізу показників функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки в нормі досліджуваних пацієнтів

Показник (мм рт. ст.)	Статистичні дані								p<
	жінки (n=45)				чоловіки (n=45)				
	СЗ	СВ	мін.	макс.	СЗ	СВ	мін.	макс.	
Тонус	23,3	2,5	19,5	29,9	26,7	2,2	22,4	31,4	0,001
Максимальне скорочення	31,3	4,3	23,9	45,6	35,6	5,1	29,5	48,6	0,001
Градiєнт вольового скорочення	8,0	3,6	1,8	22,0	9,0	4,9	2,4	25,1	0,001
Кашльова проба	31,6	3,0	22,8	38,2	36,5	3,5	30,4	46,5	0,001
Проба з натужуванням	32,4	3,0	26,5	41,7	38,2	3,5	29,6	45,3	0,001

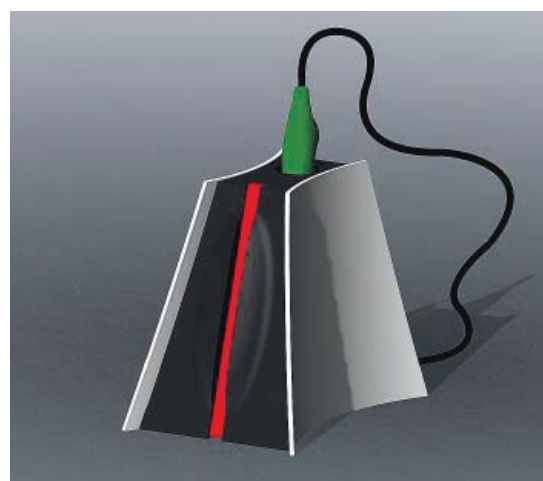


Рис. 2.
Склянка-підставка з робочою частиною всередині.

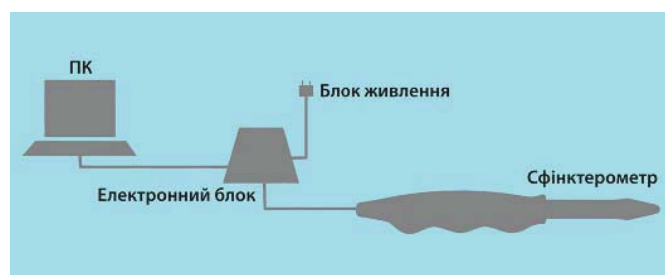


Рис. 3.
Структурна схема новоствореного сфінктерометра.

ний стан зовнішнього та внутрішнього сфінктерів прямої кишки у чоловіків і жінок.

Тонус сфінктера (тонічне зусилля), що реєструється на початку дослідження, характеризує переважно силу тонічного скорочення гладких міоцитів, яка обумовлює стан внутрішнього анального сфінктера, та в меншій мірі силу тонічного скорочення поперечно-пошмутованих м'язів зовнішнього анального сфінктера.

Показник максимального скорочення (зусилля) найбільш точно свідчить про функціональний стан і скоротливу спроможність поперечно-пошмутованих м'язів зовнішнього анального сфінктера та м'язів тазового дна.

Досить важлива у запропонованій методиці анальної манометрії можливість обрахування градієнта вольового скорочення анального сфінктера як різниці між його

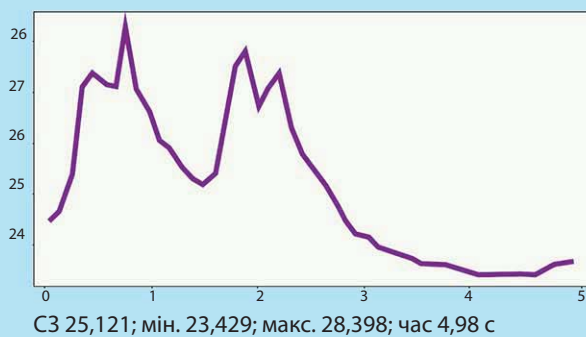
Тонус



Максимальне скорочення



Кашльова проба



Проба з натужуванням



Рис. 4.
Графічне зображення показників функціонального стану сфінктерного апарату прямої кишки за даними анальної манометрії.

максимальним скороченням та тонічним зусиллям, що, на жаль, не вдається під час балонної сфінктерометрії [3].

Показники двох функціональних проб (кашльової та з натужуванням) об'єктивно та в повній мірі характеризують стан як сфінктерів прямої кишки, так і м'язів тазового дна, а також передньої черевної стінки та дають підстави судити про загальний функціональний стан сфінктерного апарату прямої кишки, що, на жаль, неможливо визначити під час проведення існуючих методик тензометричної та балонної анальної манометрії [3]. Крім того, запропонована методика сфінктерометрії набагато дешевша та швидша у виконанні, ніж існуючі методики перфузійної анальної манометрії (профілометрії) [4].

Висновки

1. Запропонована методика анальної манометрії дозволяє детально дослідити й об'єктивно оцінити функціональний стан сфінктерного апарату прямої кишки в нормі у чоловіків і жінок за такими показниками, як тонус та максимальне скорочення сфінктера, градієнт вольового скорочення, а також виконати проби кашльову та з натужуванням.

2. Новостворена методика сфінктерометрії показана для оцінки функціонального стану сфінктерного апарату

прямої кишки при різноманітних варіантах аноректальної патології та в різні терміни після оперативних втручань з приводу неї, що уможливує широкі її використання у проктологічній практиці.

Фінансування. Ця науково-дослідна робота є фрагментом планової наукової роботи кафедри хірургії № 1 Національного медичного університету імені О. О. Богомольця «Удосконалення діагностики, лікування та реабілітації хворих із захворюваннями черевної порожнини, передньої черевної стінки та промежини» (державний реєстраційний номер 0121U108118). Використані кошти Державного бюджету України.

Конфлікт інтересів. Потенційних або явних конфліктів інтересів, пов'язаних із цим рукописом, не існує на момент публікації та не передбачається.

References

1. Coss-Adame E, Rao SS, Valestin J, Ali-Azamar A, Remes-Troche JM. Accuracy and Reproducibility of High-definition Anorectal Manometry and Pressure Topography Analyses in Healthy Subjects. Clin Gastroenterol Hepatol. 2015 Jun;13(6):1143–50.e1. doi: 10.1016/j.cgh.2014.12.034. Epub 2015 Jan 20. PMID: 25616028; PMCID: PMC4442034.
2. Bharucha AE, Rao SSC, Shin AS. Surgical Interventions and the Use of Device-Aided Therapy for the Treatment of Fecal Incontinence and Def-

- ecatory Disorders. Clin Gastroenterol Hepatol. 2017 Dec;15(12):1844–54. doi: 10.1016/j.cgh.2017.08.023. Epub 2017 Aug 22. PMID: 28838787; PMCID: PMC5693715.
3. Sharma M, Lowry AC, Rao SS, Whitehead WE, Szarka LA, Hamilton FA, et al. A multicenter study of anorectal pressures and rectal sensation measured with portable manometry in healthy women and men. Neurogastroenterol Motil. 2021 Jun;33(6):e14067. doi: 10.1111/nmo.14067. Epub 2021 Jan 18. PMID: 33462889; PMCID: PMC8169521.
 4. Kang HR, Lee JE, Lee JS, Lee TH, Hong SJ, Kim JO, et al. Comparison of High-resolution Anorectal Manometry With Water-perfused Anorectal Manometry. J Neurogastroenterol Motil. 2015 Jan 1;21(1):126–32. doi: 10.5056/jnm14025. PMID: 25537672; PMCID: PMC4288094.
 5. Heinrich H, Misselwitz B. High-Resolution Anorectal Manometry – New Insights in the Diagnostic Assessment of Functional Anorectal Disorders. Visc Med. 2018 Apr;34(2):134–9. doi: 10.1159/000488611. Epub 2018 Apr 20. PMID: 29888243; PMCID: PMC5981680.
 6. Mion F, Garros A, Subtil F, Damon H, Roman S. Anal sphincter function as assessed by 3D high definition anorectal manometry. Clin Res Hepatol Gastroenterol. 2018 Sep;42(4):378–81. doi: 10.1016/j.clinre.2017.12.004. Epub 2018 Mar 16. PMID: 29551608.
 7. Benezech A, Bouvier M, Grimaud JC, Baumstarck K, Vitton V. Three-dimensional high-resolution anorectal manometry and diagnosis of excessive perineal descent: a comparative pilot study with defaecography. Colorectal Dis. 2014 May;16(5):O170–5. doi: 10.1111/codi.12522. PMID: 24373215.
 8. Carrington EV, Brokjaer A, Craven H, Zarate N, Horrocks EJ, Palit S, et al. Traditional measures of normal anal sphincter function using high-resolution anorectal manometry (HRAM) in 115 healthy volunteers. Neurogastroenterol Motil. 2014 May;26(5):625–35. doi: 10.1111/nmo.12307. Epub 2014 Mar 13. PMID: 24628873.

Надійшла 30.11.2023