Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



УДК 615.9+661.682:615.246.2-08+615.372

***О.С. Няньковська[1,2], С.Л. Няньковський[1,2], Ю.В. Пакулова–Троцька[1]***

# Ентеросорбенти в сучасній медицині: механізми дії, ефективність і клінічне застосування

[1]Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, Україна

[2]Факультет наук про здоров'я та психологію, Колегіум Медікум, Університет Жешува, Польща

Modern Pediatrics. Ukraine. (2025). 2(146): 69-77; doi 10.15574/SP.2025.2(146).6977

**For citation:** Hyshchak TV, Marushko YV, Yesipova SI, Bobrov BG. (2025). Effectiveness and safety of vitamin D use in pediatric practice. Modern Pediatrics. Ukraine. 2(146): 69-77. doi: 10.15574/SP.2025.2(146).6977.

Ентеросорбенти мають широке застосування в сучасній медичній практиці, як у наданні невідкладної допомоги при гострих інтоксикаціях, так і в лікуванні хронічних захворювань, зокрема, патології органів травної і сечовидільної систем, гельмінтозів і алергічних станів.
**Мета** – проаналізувати сучасні наукові дані щодо ентеросорбентів; оцінити їхню ефективність і безпечність, а також надати рекомендації щодо вибору препаратів для клінічного застосування.
Погіршення екологічної ситуації та техногенне забруднення довкілля призводять до накопичення екзотоксинів в організмі людини і перевантажують природні системи детоксикації, що зумовлює зростання рівнів захворюваності та смертності. Тому актуальним є пошук ефективних і безпечних препаратів із високою сорбційною здатністю і селективністю дії. Призначаючи ентеросорбенти, слід враховувати їхню ефективність, безпечність і фармакологічні властивості. Проаналізовано сучасні наукові дані щодо механізмів дії ентеросорбентів, їхнього клінічного застосування, ефективності та критеріїв вибору препарату в практиці лікаря.
**Висновки.** Найефективнішими на сьогодні є кремнієвмісні ентеросорбенти IV покоління на основі високодисперсного діоксиду кремнію, які мають високу сорбційну активність, демонструють селективність дії – зв'язують токсини, не впливаючи на вітаміни і мікроелементи, володіють цитопротекторною і бактеріостатичною дією, повністю виводяться з організму, дозволені до застосування у вагітних, жінок, які годують груддю і дітей.
Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.
**Ключові слова:** ентеросорбенти, діоксид кремнію, токсини, інтоксикація, лікування.

## Enterosorbents in modern medicine: mechanisms of action, effectiveness and clinical application

***O.S. Nyankovska[1,2], S.L. Nyankovskyy[1,2], Yu.V. Pakulova–Trotska[1]***

[1]Danylo Halytsky Lviv National Medical University, Ukraine
[2]Faculty of Health Sciences and Psychology, Collegium Medicum, University of Rzeszów, Poland

The use of enterosorbents is widespread in modern medical practice — both in emergency care for acute intoxications and in the treatment of chronic diseases, including disorders of the digestive and urinary systems, helminthiases, and allergic conditions.
**Aim** – to analyze current scientific data on enterosorbents; assess their effectiveness and safety, and provide recommendations on the choice of drugs for clinical use.
Deterioration of the ecological situation and increasing environmental pollution contribute to the accumulation of exotoxins in the human body, overwhelming natural detoxification systems and leading to increased morbidity and mortality. Therefore, the search for effective and safe preparations with high sorption capacity and selectivity remains highly relevant. The administration of enterosorbents should take into account their efficacy, safety, and pharmacological properties. This article reviews current scientific data on the mechanisms of action of enterosorbents, their clinical application, efficacy, and criteria for selecting an appropriate preparation for medical use.
**Conclusions.** The most effective today are silicon-containing enterosorbents of the IV generation based on highly dispersed silicon dioxide, which have high sorption activity, demonstrate selectivity of action – bind toxins without affecting vitamins and trace elements, have cytoprotective and bacteriostatic effects, are completely excreted from the body, and are approved for use in pregnant women, breastfeeding women, and children.
The authors declare no conflict of interest.
**Keywords:** enterosorbents, silicon dioxide, toxins, intoxication, treatment.

## Вступ

У сучасних умовах стрімкого техногенного розвитку питання зменшення негативного впливу факторів довкілля на організм людини набуває особливої актуальності. Одним із перспективних напрямів у цьому контексті є застосування ентеросорбентів для видалення з організму як ендогенних, так і екзогенних токсичних сполук. Доведено, що ентеросорбція сприяє зниженню токсичного навантаження, нормалізації функціонування систем детоксикації та загальному поліпшенню стану здоров'я пацієнтів.

Потреба в застосуванні ентеросорбентів обумовлена рядом чинників. Зокрема, індустріалізація, автоматизація технологічних процесів, розвиток сільського господарства та побутової хімії спричиняють постійне зростання концентрації хімічних сполук у навколишньому середовищі: атмосферному повітрі, ґрунті, воді, а також у продуктах харчування тваринного і рослинного походження [2,9,17,41]. Видільні системи людини часто неспроможні ефективно нейтралізувати і виводити надлишок токсичних речовин, що призводить до їхнього накопичення в тканинах, розвитку порушень із боку різних

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



органів і систем, підвищення захворюваності та смертності [4,5].

Історично проблема токсичного впливу на організм людини є предметом медичних досліджень ще з античних часів. Якщо раніше акценти зосереджувалися переважно на гострих отруєннях і кишкових інфекціях, то сьогодні значну увагу приділяють хронічному впливу екзогенних токсикантів, які потрапляють до організму з повітрям, водою та їжею [12]. Особливо вразливими є діти, особи з хронічними соматичними захворюваннями та вродженими вадами органів травлення й сечовидільної системи, у яких спостерігається недосконаліть механізмів детоксикації.

Інвазивні методи еферентної терапії (гемодіаліз, перитонеальний діаліз) є ефективними, але обмежуються через складність і високу вартість. У більшості клінічних випадків доцільним є застосування неінвазивних, доступних і безпечних методів сорбційної терапії як із лікувальною, так і з профілактичною метою [12,31].

Дослідження свідчать, що ентеросорбенти ефективно зв'язують і виводять з організму широкий спектр токсичних сполук: як екзогенних (органічні спирти, кислоти, іони важких металів, бактеріальні токсини, лікарські речовини), так і ендогенних (метаболіти, сечовина, білірубін, ароматичні амінокислоти) [22,40]. Це обґрунтовує активне впровадження ентеросорбентів у клінічну практику для поліпшення ефективності лікування і профілактики багатьох патологічних станів.

***Мета*** дослідження – проаналізувати сучасні наукові дані щодо ентеросорбентів; оцінити їхню ефективність і безпечність, а також надати рекомендації щодо вибору препаратів для клінічного застосування.

## Загальна характеристика ентеросорбентів

***Історія застосування сорбентів***

Застосування ентеросорбентів у лікуванні має давню історію. Археологічні і письмові джерела свідчать, що ще в Стародавньому Єгипті, Греції, Індії широко застосовували вугілля, деревний попіл та глину для лікування отруєнь і кишкових інфекцій. За деякими даними, Авіценна одним із перших запропонував ентеросорбцію для лікування й профілактики кишкових захворювань [12].

Сьогодні ентеросорбенти широко застосовують у різних галузях медицини: гастроентерології, токсикології, алергології, дерматології, хірургії, наркології та навіть онкології. Ентеросорбенти сприяють зниженню навантаження на органи, що відповідають за детоксикацію і виведення шкідливих речовин, а також позитивно впливає на функціональний стан шлунково-кишкового тракту (ШКТ), сечовидільної та імунної систем [12,31,40].

Особливо важливою є здатність ентеросорбентів виводити з організму важкі метали (ртуть, свинець, кадмій, мідь), що дає змогу знижувати ризик розвитку уражень різних органів і систем. Наразі існує значна кількість клінічних досліджень, присвячених оцінюванню ефективності, безпечності та можливостей клінічного застосування різних типів ентеросорбентів [4,5,12].

***Основні механізми дії ентеросорбентів***

Ентеросорбенти, що застосовуються в сучасній клінічній практиці, мають високу сорбційну здатність, значну площу активної поверхні, є хімічно інертними та не розпадаються в ШКТ. Вони діють завдяки таким механізмам:

- *сорбція* – взаємодія між сорбентом і токсичною речовиною з поглинанням останньої в пористу структуру сорбенту, де вона фіксується фізико-хімічними силами, знижуючи концентрацію токсинів у середовищі;
- *йонний обмін* – заміщення йонів на поверхні сорбенту йонами токсичних речовин;
- *комплексоутворення* – зв'язування біологічно активних речовин (білірубіну, холестерину, ліпідів тощо) із подальшим виведенням їх з організму [3].

Практичні ефекти ентеросорбентів включають [18] сорбцію екзо- та ендотоксинів у просвіті ШКТ, зв'язування токсичних речовин, що утворюються в ШКТ (аміак, індол, скатол, феноли), сорбцію фізіологічно активних речовин (ферментів, стероїдних гормонів, жовчних кислот), селективну сорбцію органічних сполук (амінокислот, холестерину), бактерицидну дію, моделювання хімічного складу кишкового вмісту, що створює несприятливі умови для патогенних мікроорганізмів.

***Критерії вибору ентеросорбенту.***

Обираючи ентеросорбент, важливо враховувати такі властивості: токсичність – препарат має бути нетоксичним; біосумісність – не має викликати подразнення або ушкодження слизових оболонок; структурні характеристики – площа активної поверхні, пористість, селективність дії.

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



*Таблиця 1*

**Класифікація ентеросорбентів за структурою**

| За фізичною структурою | За хімічною структурою |
|---|---|
| Непористі високодисперсні порошки з великою питомою поверхнею (діоксид кремнію) | Вуглецеві ентеросорбенти |
| Пористі сорбенти:<br>а) поверхневі пори (вуглецеві);<br>б) глобулярна матриця (метилкремнієва кислота);<br>в) каркасні сорбенти (цеоліти) | Ентеросорбенти на основі смол, полімерів, ліпідів |
| Шаруваті сорбенти (глинисті мінерали, діосмектит) | Кремнієвмісні ентеросорбенти, зокрема кремнійорганічні |
| Волокна з малою питомою поверхнею (харчові волокна) | Природні органічні ентеросорбенти (лігнін, хітин, альгінати) |
| Комбіновані ентеросорбенти (містять декілька активних компонентів) | |

*Таблиця 2*

**Характеристика ентеросорбентів різних поколінь**

| Покоління ентеросорбентів | Площа активної поверхні ($м^2$/г) | Добова доза (г) |
|---|---|---|
| I. Вугільні сорбенти (активоване вугілля) | 1,5–2 | 20–30 |
| II. Полімерні сорбенти (природні глини) | до 100 | 9–12 |
| III. Силіконові (гідрогелеві) сорбенти | 180–300 | 4–5 |
| IV. Надвисокодисперсний діоксид кремнію | понад 400 | 2–4 |

Вимоги до «ідеального» ентеросорбенту: велика площа активної поверхні, висока сорбційна здатність і селективність, безпечність за тривалого застосування, відсутність впливу на необхідні нутрієнти, приємний смак, зручна форма застосування, належна фармакокінетика (максимальна дія в ШКТ, повне виведення з організму).

Існує кілька класифікацій ентеросорбентів, одна з яких базується на фізичній і хімічній структурі речовини. Цей поділ враховує морфологічні особливості сорбентів, розміри частинок, наявність пор та їхні характеристики, що чинять безпосередній вплив на сорбційну здатність препарату [11]. Одну з таких класифікацій наведено в таблиці 1.

Більш практичною в клінічному застосуванні є класифікація ентеросорбентів за величиною активної поверхні, що обумовлює їхню сорбційну здатність. Відомо, що чим дрібніші частинки препарату, тим більша площа активної поверхні і тим вища його ефективність. Відповідно дозування ентеросорбенту безпосередньо пов'язане з цією властивістю – чим більша сорбційна здатність, тим менша терапевтична доза необхідна для досягнення клінічного ефекту [1,37].

Так, для досягнення терапевтичного ефекту потрібно в середньому 20–30 г активованого вугілля або лише 2–4 г діоксиду кремнію, що є значно зручнішим для пацієнтів, особливо в педіатричній практиці. У таблиці 2 наведено еволюцію препаратів для ентеросорбції.

Ця еволюція ентеросорбентів демонструє тенденцію до підвищення ефективності препаратів і зменшення добової дози, що сприяє ліпшій комплаєнтності лікування, особливо в дітей.

***Діоксид кремнію як сучасний ентеросорбент***

Ентеросорбенти IV покоління на основі діоксиду кремнію мають підтверджену ефективність і безпечність, а також унікальні фізико-хімічні властивості [11,13,15,28,30,35,42], які обумовлюють їхню високу терапевтичну цінність у клінічній практиці.

*Фізико-хімічні властивості діоксиду кремнію*

Кремній (Si) – другий за поширеністю елемент земної кори після кисню. У природі він трапляється у вигляді силікатів ($SiO_4$) і кремнезему – діоксиду кремнію ($SiO_2$), які входять до складу тканин рослин, тварин і людини [15,42]. Діоксид кремнію широко застосовують у харчовій промисловості, біомедичних технологіях і фармацевтиці.

Особливу цінність мають наночастинки діоксиду кремнію, які характеризуються високою міцністю, хімічною інертністю, можливістю модифікації поверхні, стабільністю і простотою синтезу.

*Переваги діоксиду кремнію над іншими ентеросорбентами*

Існують дві форми діоксиду кремнію – аморфна і кристалічна, які мають однакову хімічну фор-

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



*Таблиця 3*

**Терапевтична дія різних видів ентеросорбентів [11]**

| Ентеросорбент | Механізм дії | Особливості дії |
|---|---|---|
| Вугільні ентеросорбенти | Сорбція газів, токсинів, солей металів, продуктів метаболізму лікарських засобів | Може травмувати слизову ШКТ; не рекомендовано при виразках, гемороїдальних кровотечах |
| Смоли, полімери, ліпіди | Зв'язування бактеріальних токсинів, жовчних кислот, пепсину | Змінює кислотність шлункового соку, що може впливати на обмінні процеси |
| Синтетичні кремнієвмісні сорбенти | Сорбція токсинів і метаболітів; цитопротекторна та бактеріостатична дія | Дозволені під час вагітності, лактації, при ерозивних ураженнях ШКТ |
| Природні кремнієвмісні сорбенти | Протидіарейна дія | Переважно використовуються при діареї |
| Природні харчові волокна | Зв'язування токсинів | Затримка води, сорбція токсичних речовин |

*Таблиця 4*

**Селективність абсорбції препаратів на основі діоксиду кремнію [11]**

| Є абсорбція | Немає абсорбції |
|---|---|
| Мікроорганізми до $10^{10}$/г; білки<br>Мікробні токсини (600–800 мг/г)<br>Азотовмісні сполуки, алкалоїди; середні молекули<br>Індол, скатол, аміак, креатинін<br>Інсектициди, гербіциди<br>Анальгетики, антипіретики, антидепресанти<br>Деякі амінокислоти | Вітаміни, мінерали, мікроелементи<br>Нейтральні ліпіди<br>Моно-, ди- і більшість полісахаридів |

мулу, але різну просторову структуру. Особливе значення мають синтетичні нанопористі і мезопористі форми аморфного діоксиду кремнію, які володіють великою площею активної поверхні, значним об'ємом пор (2–100 нм – мезопористі; <2 нм – нанопористі), хімічною і термічною стабільністю, контрольованим розміром пор. Ці частинки не мають токсичних ефектів навіть у високих дозах і повністю виводяться з ШКТ без накопичення в організмі [1,36,37].

Безпечність аморфного діоксиду кремнію ретельно вивчена в численних експериментальних дослідженнях. Висновки Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD) та Європейського центру екотоксикології (ECETOC) підтверджують відсутність токсичного впливу за перорального застосування у тваринних моделях [13,28].

## Механізми дії діоксиду кремнію

На фармацевтичному ринку представлені різні види ентеросорбентів, що різняться між собою за діючою речовиною і механізмами дії. Розуміння особливостей впливу діоксиду кремнію є важливим для клінічного вибору. Порівняння дії основних класів ентеросорбентів наведено в таблиці 3.

Селективність абсорбції діоксиду кремнію наведено в таблиці 4.

В одному з досліджень проведено порівняння сорбційної активності діоксиду кремнію, метилкремнієвої кислоти, монтморилонітової глини та активованого вугілля щодо білків (альбуміну, желатину) [14]. Встановлено, що найвищу ефективність має високодисперсний діоксид кремнію при pH тонкого кишечника. Активоване вугілля практично не сорбує білків через мікропористу структуру. Діоксид кремнію перевершує інші сорбенти за швидкістю і об'ємом білкової адсорбції.

***Застосування ентеросорбентів у клінічній практиці***

Ентеросорбція є ефективним, безпечним і доступним методом лікування інтоксикацій різного походження та складовою частиною комплексної терапії гострих і хронічних захворювань ШКТ, інфекцій, алергічної патології, а також соматичних порушень різної етіології. Її застосування забезпечує пришвидшення клінічного одужання, зменшення вираженості інтоксикаційного синдрому, сприяє поліпшенню самопочуття і якості життя пацієнтів [21,22,32,40].

До основних переваг ентеросорбції належать: неінвазивність і зручність у застосуванні, вибіркова сорбція ендо- та екзотоксинів у просвіті ШКТ без хімічного модифікування токсичних сполук, можливість поєднання з іншими

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



методами терапії, зокрема, регідратація, фармакотерапія, пробіотики. Особливо слід підкреслити високу безпечність у застосуванні в різних вікових групах, зокрема в дітей.

***Терапія інтоксикації та отруєння***

Історично ентеросорбенти насамперед застосовують при гострих отруєннях, і цей напрям залишається одним з основних у клінічному застосуванні ентеросорбентів [12]. У патогенезі інтоксикаційних станів ключову роль відіграє порушення роботи органів природної детоксикації (печінка, нирки), що призводить до накопичення токсичних метаболітів у крові і тканинах.

Важливою є роль ентерогепатичної циркуляції – процесу зворотного всмоктування токсичних речовин у ШКТ. Саме цей механізм зумовлює «замкнене коло» інтоксикації, яке можна ефективно розірвати шляхом ентеросорбції. Сорбенти здатні знижувати концентрацію токсичних сполук у просвіті кишечника, а це сприяє їхній дифузії з крові в кишковий вміст за градієнтом концентрації та подальшому виведенню з організму.

Зниження ендотоксемії має практичну значущість навіть у пацієнтів з онкопатологією, що проявляється поліпшенням самопочуття, зниженням температури тіла, нормалізацією показників інтоксикації (лейкоцитоз, токсична зернистість нейтрофілів, інтоксикаційний індекс) [13].

Перспективним є застосування ентеросорбентів у гострій хірургії, у післяопераційний період, при опіковій хворобі, де вони сприяють зменшенню системної інтоксикації та прискоренню одужання [10,43].

У педіатричній практиці ентеросорбція ефективна при ацетонемічному синдромі в дітей – у комбінуванні з регідратаційною терапією вона сприяє зменшенню симптомів і нормалізації загального стану [6].

***Захворювання травної системи***

Протягом останніх десятиліть підходи до лікування гострих і хронічних захворювань ШКТ зазнали істотних змін. Обмежено використання антибіотиків і протеолітичних ферментів, значну увагу приділено патогенетично обґрунтованій терапії, яка включає регідратаційні засоби, нормалізацію водно-електролітного балансу, застосування про- і пребіотиків, ферментних препаратів та ентеросорбентів [43].

Роль ентеросорбції в лікуванні гастроентерологічних захворювань полягає в сорбції токсичних метаболітів патогенних мікроорганізмів, зменшенні концентрації медіаторів запалення, елімінації аутоантитіл і циркулюючих імунних комплексів, зв'язуванні надлишку газів, що виникають унаслідок процесів бродіння і гниття, та відповідно нормалізації моторики ШКТ.

У травному тракті має місце циклічна циркуляція токсичних речовин – вони частково метаболізуються, виводяться в просвіт кишечника, потім знову всмоктуються, що поглиблює інтоксикацію. Ентеросорбція розриває це патологічне коло, сприяючи ефективнішому очищенню організму від токсинів.

Завдяки зазначеним механізмам дії ентеросорбенти сприяють відновленню слизової оболонки кишечника, поліпшують мікроциркуляцію в тканинах ШКТ, стимулюють процеси репарації та нормалізують кишковий бар'єр, регулюють перистальтику, усуваючи метеоризм і діарею.

Окрім того, завдяки осмотичному ефекту і градієнта концентрацій ентеросорбенти забезпечують рух токсичних речовин (середньомолекулярні сполуки, аміни, олігопептиди) з крові, лімфи і міжтканинної рідини у просвіт кишечника, де вони фіксуються і безпечно виводяться [23,27].

Ентеросорбенти доцільно вводити до терапії гострих кишкових інфекцій бактеріальної та вірусної природи, дисбіотичних станів, хронічних захворювань ШКТ (зокрема, гастритів, ентеритів, колітів), синдромів мальабсорбції та ферментативної недостатності.

Особливо цінним є те, що сорбенти зменшують клінічні прояви (біль, здуття, діарею), сприяють нормалізації мікробіоценозу і поліпшують ефективність іншої терапії.

***Гепатопротекція і лікування захворювань печінки***

Печінка є одним із ключових органів, що забезпечують дезінтоксикаційну функцію організму. Ураження печінки (гепатити різної етіології, цироз, холестаз) призводять до порушення природної детоксикації, накопичення ендогенних токсинів і розвитку ендотоксемії, що ускладнює перебіг захворювання і підвищує ризик ускладнень.

Застосування ентеросорбентів у комплексному лікуванні хвороб печінки сприяє зменшенню токсичного навантаження на гепатоцити, зниженню рівня циркулюючих токсичних сполук у системі ворітної вени, поліпшенню стану слизової кишечника, запобігаючи проникненню ендотоксинів у печінку [34,38].

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



Особливо актуальним є застосування ентеросорбції в дітей раннього віку. У цій категорії пацієнтів низька бар'єрна функція ШКТ, порушення мікробіоценозу (дисбіоз), ушкодження слизової кишечника через незрілість імунної системи, порушення моторики ШКТ.

Усе це сприяє підвищеному надходженню ендотоксинів у систему ворітної вени, що може викликати ураження гепатоцитів і прогресування фіброзу. Формується замкнене патологічне коло, що посилює ендогенну інтоксикацію та погіршує прогноз.

Ентеросорбція при захворюваннях печінки перериває цей патологічний цикл, сприяє зниженню рівня токсинів, нормалізує стан кишкового бар'єра, є ефективним і безпечним методом патогенетичної терапії в дітей і дорослих.

Клінічні дослідження підтверджують доцільність введення ентеросорбентів до стандартної терапії при печінковій патології для поліпшення метаболічного профілю і загального стану пацієнтів [34,38].

***Інфекційні захворювання та ротавірусна інфекція***

Кишкові інфекції, зокрема, бактеріальні (сальмонельоз, шигельоз) і вірусні (ентеровірусні, ротавірусні), залишаються однією з провідних причин дитячої захворюваності та госпіталізації в педіатричній практиці. Ентеросорбенти є важливою складовою комплексної терапії таких захворювань, оскільки вони адсорбують бактеріальні і вірусні токсини, знижують інтенсивність інтоксикаційного синдрому, нейтралізують надлишкові гази і нормалізують моторику ШКТ, сприяють відновленню епітеліального бар'єру кишечника та балансу мікрофлори [10,23,24,27,43].

Застосування ентеросорбентів доцільне і при гельмінтозах, що супроводжуються високим рівнем ендотоксикозу. Особливо важливу роль вони відіграють у період дегельмінтизації, коли внаслідок масової загибелі паразитів значно вивільняються токсичні продукти їхнього розпаду [20].

Ротавірусна інфекція є однією з найпоширеніших причин тяжкої діареї в дітей віком до 5 років. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), щороку фіксується понад 100 млн клінічних випадків ротавірусної інфекції, близько 600 тис. з яких закінчуються летально. Вакцинація проти ротавірусної інфекції рекомендована та застосовується в багатьох країнах світу.

За даними клінічних досліджень, введення ентеросорбентів на основі діоксиду кремнію до стандартної терапії дітей із ротавірусною інфекцією дає змогу пришвидшити нормалізацію температури тіла, зменшити частоту та інтенсивність блювання, діареї, поліпшити загальний стан, апетит і сон, скоротити тривалість діареї на 1,1–2,5 доби [24,27].

Препарати діоксиду кремнію відзначаються високим профілем безпечності, доброю переносимістю і зручністю застосування, що особливо важливо в лікуванні дітей різного віку.

***Алергодерматози та роль ентеросорбентів***

Алергічні захворювання шкіри (алергодерматози) є однією з найпоширеніших патологій у дерматології. За статистичними даними, до 30% населення мають в анамнезі хоча б один епізод кропив'янки. Найчастіше ці захворювання реєструються в жінок віком 21–60 років [30].

Етіологічні фактори алергодерматозів різноманітні:

- харчові алергени (цитрусові, мед, морепродукти);
- лікарські препарати (антибіотики, нестероїдні протизапальні засоби, вітаміни);
- побутові алергени, пилок рослин;
- гельмінтози, укуси комах;
- психоемоційні фактори, фізичні подразники.

Патогенез алергодерматозів ґрунтується на порушенні бар'єрної функції шкіри та слизових оболонок, що сприяє надходженню екзогенних алергенів. У відповідь активуються імунокомпетентні клітини (тучні клітини, базофіли, еозинофіли), які продукують медіатори алергії (гістамін, серотонін, ацетилхолін). Це зумовлює підвищену судинну проникність, розвиток набряку і шкірних висипань.

У разі алергічної сенсибілізації особливе значення має комплексна терапія, що включає не лише усунення наслідків алергічної реакції, але й елімінацію алергенів з організму. У цьому контексті ентеросорбенти виконують функцію зв'язування алергенів, токсинів і медіаторів алергії в просвіті ШКТ, що знижує їхнє всмоктування в кровотік.

У клінічному дослідженні [7] встановлено, що в пацієнтів із гострою кропив'янкою, які отримували ентеросорбенти на основі діоксиду кремнію, у 2 рази швидше зникав свербіж і шкірне висипання, у 2,5 раза зменшувалася частота рецидивів (9% у дослідній групі проти 23% у контрольній),

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



була можливість скорочення курсу антигістамінної терапії, знижувалася потреба в застосуванні глюкокортикоїдів.

Інше клінічне дослідження за участю 68 дітей з атопічним дерматитом і кропив'янкою показало, що додавання ентеросорбентів до базової терапії забезпечувало поліпшення загального стану, зниження частоти побічних ефектів, підвищення якості життя пацієнтів і зменшення рівня алергічної сенсибілізації [29].

Отже, ентеросорбенти є важливою ланкою патогенетичної терапії алергодерматозів, особливо за наявності супутнього дисбіозу, ендотоксемії або гельмінтозів.

***Гельмінтози та їх лікування з використанням сорбентів***

За даними ВООЗ, гельмінтозами інфіковано понад 4,3 млрд людей у світі, з яких близько 1,4 млрд страждають на аскаридоз. Найбільше поширення ці захворювання мають у країнах із жарким і вологим кліматом, а також у регіонах із низьким рівнем санітарної культури [20].

Хронічні гельмінтози призводять до порушення травлення і всмоктування поживних речовин, зниження імунної відповіді, розвитку імунодефіцитів, анемії, ураження печінки, легень, нервової системи.

Продукти життєдіяльності гельмінтів мають токсичний вплив на організм людини, спричиняють хронічну інтоксикацію, алергічні реакції (висип, набряк, васкуліт), можуть ініціювати розвиток гломерулонефриту, поліневритів і васкулітів.

Особливо вираженою є інтоксикація в період дегельмінтизації, коли масова загибель паразитів супроводжується вивільненням значної кількості токсичних продуктів. Це підвищує ризик загострення супутніх захворювань, алергічних ускладнень, загальної слабкості, головного болю, порушень сну.

У зв'язку з цим у схемах лікування гельмінтозів рекомендовано обов'язково застосовувати антигістамінні засоби, ентеросорбенти, які зв'язують токсини і зменшують симптоми інтоксикації.

Клінічні спостереження свідчать, що в дітей, які отримували ентеросорбент на основі діоксиду кремнію під час лікування аскаридозу, частота побічних ефектів (головний біль, нудота, слабкість, порушення сну) була у 2,3 раза нижчою, ніж у пацієнтів, які отримували лише дегельмінтизацію без сорбенту [43].

Отже, введення ентеросорбентів до терапії гельмінтозів: зменшує прояви інтоксикації, поліпшує переносимість лікування, сприяє швидшій нормалізації загального стану, є особливо доцільним у пацієнтів з алергічними реакціями, ослабленим імунітетом і супутньою соматичною патологією.

Ентеросорбція при гельмінтозах є ефективним, безпечним і патогенетично обґрунтованим методом, що дає змогу підвищити результативність терапії та запобігти розвитку ускладнень.

## Висновки

Ентеросорбція є ефективним, безпечним і патогенетично обґрунтованим методом терапії, який широко застосовують у сучасній клінічній практиці для зменшення інтоксикаційного навантаження на організм. Вона забезпечує поліпшення стану пацієнтів, прискорює одужання, підвищує ефективність лікування і якість життя хворих.

Доцільність застосування ентеросорбентів обумовлена прогресуючим погіршенням екологічної ситуації, зростанням кількості пацієнтів із хронічними захворюваннями, порушенням функції детоксикаційних органів, необхідністю доступної і безпечної профілактики та лікування інтоксикацій різного генезу.

Обираючи ентеросорбент, слід враховувати його діючу речовину та механізм дії, сорбційну здатність і селективність, фармакокінетичні особливості, ступінь виведення з організму, безпечність і можливість застосування в різних вікових групах, включно з дітьми.

Найефективнішими на сьогодні є кремнієвмісні ентеросорбенти IV покоління на основі високодисперсного діоксиду кремнію, які мають високу сорбційну активність, демонструють селективність дії – зв'язують токсини, не впливаючи на вітаміни і мікроелементи, володіють цитопротекторною і бактеріостатичною дією, повністю виводяться з організму, дозволені до застосування у вагітних, жінок, які годують груддю і дітей.

Застосування ентеросорбентів на основі діоксиду кремнію є ефективним як у лікувальних, так і в профілактичних цілях. Їх слід розглядати як важливий елемент комплексної терапії інтоксикацій, гастроентерологічної, алергологічної і соматичної патології в різних клінічних ситуаціях.

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



**Подальші наукові дослідження** доцільно спрямувати на вдосконалення складу ентеросорбентів, розроблення нових форм доставки діючої речовини, розширення показань до застосування на основі доказової бази щодо їхньої ефективності та безпечності.

*Автори заявляють, що не мають відомих конфліктів фінансових або особистих інтересів, які могли б вплинути на результати роботи.*

**Фінансування.** Це дослідження не отримало фінансування від державних, комерційних або некомерційних організацій.

**REFERENCES/ЛІТЕРАТУРА**


1. Aguilar F, Charrondiere UR, Dusemund B, Galtier P, Gilbert J, Gott DM et al. (2009). Scientific opinion of the panel on food additives and nutrient sources added to food on calcium silicate, silicon dioxide and silicic acid gel added for nutritional purposes to food supplements following a request from the European Commission. EFSA J. 1132: 1-24. doi: 10.2903/j.efsa.2009.1132.
2. Amirah MN, Afiza AS, Faizal WIW, Nurliyana MH, Laili S. (2013). Human health risk assessment of metal contamination through consumption of fish, J. Environ. Pollut. Human Health. 1: 1-5: https://doi.org/10.12691/jephh-1-1-1.
3. Ayangbenro AS, Babalola OO. (2017). A new strategy for heavy metal polluted environments: a review of microbial biosorbents, Int. J. Environ. Res. Public Health. 14: 94. https://doi.org/10.3390/ijerph14010094.
4. Basaleh AA, Al-Malack MH, Saleh TA. (2021, Nov). Polyamide-baghouse dust nanocomposite for removal of methylene blue and metals; characterization, kinetic, thermodynamic and regeneration, Chin. J. Chem. Eng. 39: 112-125. https://doi.org/10.1016/j.cjche.2020.08.050.
5. Batool A, Saleh TA. (2020). Removal of toxic metals from wastewater in constructed wetlands as a green technology; catalyst role of substrates and chelators, Ecotoxicol. Environ. Saf. 189: 109924. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109924.
6. Berezhnoy VV, Korneva VV, Kozachuk VG, Kurylo LV et al. (2012). Acetonemic syndrome of children – tactical steps of a practitioner. Sovremennaya pediatriya. 2(42): 1-7.
7. Bezdetko TV, Khokhuda ON. (2013). Evaluation of the efficacy and safety of the enterosorbent Atoxil in the complex treatment of urticaria. Clinical immunology. Allergology. Infectology. 5(64): 37-39. [Бездетко ТВ, Хохуда ОН. (2013). Оцінка ефективності та безпечності ентеросорбенту Атоксил в комплексному лікуванні кропив'янки. Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія. 5(64): 37-39].
8. Bobyr VV, Stechenko LO, Shirobokov VP, Nazarchuk OA, Rymsha OV. (2020). The role of sorbents and probiotics in prevention of structural and morphological disorders in the small intestine of animals developing in dysbiosis. Rep Morphol. 26(2): 45-50. doi: 10.31393/morphology-journal-2020-26(2)-07.
9. Briffa J, Sinagra E, Blundell R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. Heliyon. 6: e04691. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691.
10. Budnyak TM, Vlasova NN, Golovkova LP, Slabon A, Tertykh VA. (2019). Bile acids adsorption by chitoan-fumed silica enterosorbent, Colloid Interface Sci. Commun. 32: 100194. https://doi.org/10.1016/j.colcom.2019.100194.
11. Chuiko AA. (2003). Medicinal chemistry and clinical use of silicon dioxide. Kyiv: Izdatelstvo Naukova Dumka: 416.
12. Fatullayeva S, Tagiyev D, Zeynalov N. (2021). A review on enterosorbents and their application in clinical practice: Removal of toxic metals. Colloid and Interface Science Communications. 45: 1-11. https://doi.org/10.1016/j.colcom.2021.100545.
13. Fruijtier-Pölloth C. (2016). The safety of nanostructured synthetic amorphous silica (SAS) as a food additive (E 551). Arch Toxicol. 90: 2885-2916. doi: 10.1007/ s00204-016-1850-4.
14. Gerashchenko I. (2018). Comparative assessment of the ability of enterosorbents to bind substances of protein nature. Modern pharmacy. 9: 28-34.
15. Gmoshinski IV, Shipelin VA, Shumakova AA, Trushina EN, Mustafina OK, Safenkova IV et al. (2020). Toxicity evaluation of nanostructured silica orally administered to rats: influence on immune system function. Nanomaterials 10: 2126. doi: 10.3390/nano10112126.
16. Howell CA, Markaryan EN, Mikhalovsky SV. (2020). Oral intestinal adsorbents – are they the next therapy for acute diarrhea in children: A mini review. Ann Pediatr Child Health. 8(8): 1202.
17. Jaishankar M, Tseten T, Anbalagan N, Mathew BB, Beeregowda KN. (2014). Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals, Interdiscip. Toxicol. 7: 60-72.
18. Janczura M, Lulinski P, Sobiech M. (2021). Imprinting technology for effective sorbent fabrication: current state-of-art and future prospects. Materials. 14(8): 1850. doi: 10.3390/ma14081850.
19. Kemppinen A, Howell C, Allgar V, Dodd M, Gregson J, Knowles C et al. (2020). Randomised, double- blind, placebo controlled multi-centre study to assess the efficacy, tolerability and safety of Enterosgel® in the treatment of irritable bowel syndrome with diarrhoea (IBS-D) in adults. Trials. 21: 132.
20. Korneva VV, Kurylo LV, Kozachuk VG. (2011). Evaluation of efficacy of atoxil enterosorbent in complex treatment of ascoridosis in children. Sovremennaya pediatriya. 3(37): 1-4.
21. Kucher SV, Lototsk OV. (2021). Inclusion of enterosorbents in anti-inflammatory therapy improve treatment effectiveness in copd patients during exacerbations, Ukr. Biochem. J. 2(93): 107-114. https://doi.org/10.15407/ ubj93.02.107.
22. Li X, Zhang Z, Fakhri A, Gupta V, Agarwal S. (2019). Adsorption and photocatalysis assisted optimization for drug removal by chitosan-glyoxal/ polyvinylpyrrolidone/MoS2 nanocomposites. Int. J. Biol. Macromol. 136: 469-475.
23. Lototska CB. (2015). Justification of the use of enterosorbents in the treatment of endogenous intoxication syndrome in various diseases (literature review). Bukovyns' kyy Medychnyy Visnyk. 19(1): 222-226.
24. Markovinović L, Knezović I, Kniewald T, Marić LS, Trkulja V, Tesočvić G. (2020). Enteroadsorbent Polymethylsiloxane Polyhydrate vs. Probiotic Lactobacillus reuteri DSM 17938 in the Treatment of Rotaviral Gastroenteritis in Infants and Toddlers, a Randomized Controlled Trial. Front Pediatr. 8: 553960. doi: 10.3389/ fped.2020.553960.
25. Mavumengwana V. (2020). Toxic metal implications on agricultural soils, plants, animals, aquatic life and human health, Int. J. Environ. Res. Public Health. 17: 2204. https://doi.org/10.3390/ijerph17072204.
26. Morais S, Costa FG, Pereira ML. (2012). Heavy Metals and Human Health, Environmental Health – Emerging Issues and Practice. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/29869.
27. Nadraga OB, Lytvyn GO, Potsiluyko NM. (2011). The effectiveness of the use of the sorbent 'Atoxil' in the complex treatment of rotavirus gastroenteritis in young children. Sovremennaya pediatriya. 2(36): 138-142.
28. OECD. (2016). Silicon dioxide: summary of the dossier. OECD environment, health and safety publications. Series on the safety of manufactured nanomaterials. URL: https://www.oecd.org/en/publications/silicon-dioxide-summary-of-the-dossier_a8f621a4-en.html.
29. Okhotnikova EN, Mellina KV. (2012). The place of modern enterosorbtion in the treatment of children with allergic dermatoses. Sovremennaya pediatriya. 3(43): 1-5.

Читайте нас на сайті: https://med-expert.com.ua



30. Protsak VV. (2019). The effectiveness of the use of enteroclin enterosorbent in combination with standard therapy in patients with atopic dermatitis in the stage of exacerbation with wetting. Visnyk ProblemBiolohiyi i Medytsyny 3(152): 177-180. doi: 10.29254/2077-4214-2019-3-152-177-181.
31. Saleh TA. (2020). Nanomaterials: classification, properties, and environmental toxicities, Environ. Technol. Innov. 20: 101067. https://doi.org/10.1016/ j.eti.2020.101067.
32. Sarnatskaya V, Mikhailenko V, Prokopenko I, Gerashchenko B, Shevchuk O, Yushko L et al. (2020). The effect of two formulations of carbon enterosorbents on oxidative stress indexes and molecular conformation of serum albumin in experimental animals exposed to CCl4, Heliyon. 6: e03126. https://doi.org/10.1016/j. heliyon.2019.e03126.
33. Seisenbaeva GA, Ali LMA, Vardanyan A, Gary-Bobo M, Budnyak TM, Kessler VG et al. (2021). Mesoporous silica adsorbents modified with amino polycarboxylate ligands – functional characteristics, health and environmental effects. J Hazardous Materials. 406: 124698. doi: 10.1016/j. jhazmat.2020.124698.
34. Shadrin OG, Chernega NF, Lenchenko AV. (2011). Features of diagnostics and treatment of congenital liver diseases in young children. Neonatology, surgery and perinatal medicine. 1(2): 113-117. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nkhpm_2011_1_2_28.
35. Shichkin VP, Kurchenko OV, Okhotnikova EN, Chopyak VV, Delfino DV. (2023, Oct 13). Enterosorbents in complex therapy of food allergies: a focus on digestive disorders and systemic toxicity in children. Front Immunol. 14: 1210481. doi: 10.3389/ fimmu.2023.1210481. PMID: 37901242; PMCID: PMC10611465.
36. Slavova TG, Radulova GM, Kralchevsky PA, Danov KD. (2020). Encapsulation of fragrances and oils by core-shell structures from silica nanoparticles, surfactant and polymer: Effect of particle size. Colloids Surfaces A: Physicochemical Eng Aspects. 606: 125558. doi: 10.1016/j.colsurfa.2020.125558.
37. Slowing I, Viveroescoto J, Wu C, Lin V. (2008). Mesoporous silica nanoparticles as controlled release drug delivery and gene transfection carriers. Adv Drug Delivery Rev. 60(11): 1278-1288. doi: 10.1016/j.addr.2008.03.012.
38. Teryoshin VA, Kruglova OV. (2015). Evaluation of the efficiency of enterosorbent White Coal® in patients with the diseases of hepatobiliary system. URL: http://www.pancreatology.com.ua/dat/var/journal/2015-3/09.pdf.
39. Tieroshyn V, Moroz L, Prishliak O, Shostakovich-Koretska L, Kruglova O, Gordienko L. (2020). Colloidal silicon dioxide in tablet form (Carbowhite) efficacy in patients with acute diarrhea: results of randomized, double-blind, placebo-controlled, multi- center study. Sci Rep. 10(1): 6344. doi: 10.1038/s41598-020-62386-0.
40. Tunakova YA, Faizullin RI, Valiev VS, Gabdrakhmanova GN. (2018) Creation of optimal combinations of biosorbents to eliminate excessive amounts of metals from the human body. BioNanoScience. 8: 574-580. https://doi.org/10.1007/s12668-018-0511-x.
41. Vazquez M, Calatayud M, Piedra C, Chiocchetti G, Velez D, Devesa V. (2015): Toxic trace elements at gastrointestinal level, Food Chem. Toxicol. 86: 163-175.
42. Younes M, Aggett P, Aguilar F, Dusemund B, FilipičM, Frutos MJ et al. (2018). EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Re-evaluation of silicon dioxide (E 551) as a food additive. EFSA J. 16(1): 5088. doi: 10.2903/ j.efsa.2018.5088.
43. Zuev N, Bukhanov V, Kuzubova E, Krut U, Shaydorova G et al. (2021). Enterosorbent based on montmorillonite as a promising tool in the treatment and prevention of intestinal disorders in pigs. BIOWeb of Conferences. 30: 02012. https://doi.org/10.1051/bioconf/20213002012.

**Відомості про авторів:**
**Няньковська Олена Сергіївна** – д.мед.н, проф. каф. педіатрії та неонатології ФПДО ЛНМУ ім. Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Пекарська, 69. Факультет наук про здоров'я та психологію Колегіуму Медікум Університету Жешува. Адреса: Польща, м. Жешув, Al. Kopisto 2a, 35-959. https://orcid.org/0000-0002-7683-9588.
**Няньковський Сергій Леонідович** – д.мед.н, проф. каф. педіатрії №1 ЛНМУ ім. Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Пекарська, 69. Факультет наук про здоров'я та психологію Колегіуму Медікум Університету Жешува. Адреса: Польща, м. Жешув, Al. Kopisto 2a, 35-959. https://orcid.org/0000-0002-0658-9253.
**Пакулова-Троцька Юлія В'ячеславівна** – к.мед.н, доц. каф. педіатрії №1 ЛНМУ ім. Д. Галицького. Адреса: м. Львів, вул. Солодова, 10. https://orcid.org/0000-0001-5641-1624.
Стаття надійшла до редакції 26.12.2024 р., прийнята до друку 18.03.2025 р.