

DOI 10.26886/2414-634X.1(53)2022.5

UDC 616.5-005

**FIGHT MATTER POISON GAS («FMPG»):  
PROBLEM ASPECTS OF THE RESPONSE OF THE  
MICROHEMOREGULATORY SYSTEM OF THE SKIN (PART 2)**

**Vasily A. Bocharov, MD, PhD, DSc, Professor**

<http://orcid.org/0000-0002-9786-6665>

**Veronika V. Bocharova, MD, PhD, DSc, Associate Professor**

<http://orcid.org/0000-0001-7346-770X>

**Yulia O. Blazko, Lilia V. Bohovyk, Nadia S. Dinler, Daria A. Polna**

*e-mail: yuliablazhko@gmail.com*

Odessa National Medical University, Ukraine, Odessa

*The subject of research – microhemoregulatory system of the skin. The purpose of the work is to clearly group the structural components of the microhemocirculatory system of the skin for use in independent extracurricular activities of students, interns, cadets on this topic. In the form of questions and answers, the structural components of the microhemoregulatory system of the skin are grouped together, the problematic aspects of this topic are considered.*

*Key words: microhemoregulatory system of skin.*

*В. А. Бочаров, доктор медичних наук, професор; В. В. Бочарова, доктор медичних наук, доцент; Ю. О. Блажко, Л. В. Боговик, Н.С. Дінлер, Д.А. Польна. Бойові Отруйні Речовини Газові: проблемні аспекти реагування мікрогеморегуляторної системи шкіри (Частина 2) / Одеський національний медичний університет, Україна, Одеса*

*Предмет дослідження – мікрогеморегуляторна система шкіри. Мета роботи – чітко згрупувати структурні компоненти*

*мікрогемоциркуляторної системи шкіри для використання при самостійній позааудиторній роботі студентів, інтернів, лікарів-курсантів з цієї теми. У формі запитань та відповідей приводяться згруповано структурні компоненти мікрогеморегуляторної системи шкіри, розглянуті проблемні аспекти цієї теми.*

*Ключові слова: мікрогеморегуляторна система шкіри.*

*В. А. Бочаров, доктор медицинских наук, профессор; В. В. Бочарова, доктор медицинских наук, доцент; Ю. А. Блажко, Л. В. Боговик, Н. С. Динлер, Д. А. Польшая. Боевые Отравляющие Вещества Газовые: проблемные аспекты реагирования микрогемоциркуляторной системы кожи (Часть 2) / Одесский национальный медицинский университет, Украина, Одесса*

*Предмет исследования – микрогеморегуляторная система кожи. Цель работы – четко сгруппировать структурные компоненты микрогемоциркуляторной системы для использования при самостоятельной внеаудиторной работе студентов, интернов, врачей-курсантов по этой теме. В форме вопросов и ответов приводятся сгруппированные структурные компоненты микрогеморегуляторной системы кожи, рассмотрены проблемные аспекты этой темы.*

*Ключевые слова: микрогеморегуляторная система кожи.*

**Вступ.** При вивченні тем СПР (самостійної позааудиторної роботи) студентів, інтернів, лікарів-курсантів та ін. у періоди запровадження надзвичайних станів у тому числі актуальним є з'ясування механізмів дії токсичних, зокрема і Бойових Отруйних Речовин Газових («БОРГ», наприклад - зарину) на організм людей при їх проникненні через шкіру.

Вдалося переконливо встановити, що цей вид зброї було розроблено не випадково, так як зарин у вигляді газу в 100 разів сильніше за інші гази спроможний до трансепідермального та трансфолікулярного швидкого проникнення до судинних систем організму і дуже швидко може вражати органи центральної нейроендокринної регуляції, у тому числі – використовуючи такі території регуляції кровообігу, де він легко заходить в підкіркові утворення, а також він спроможний подолати гематоенцефальний бар'єр і, таким чином, викликає надзвичайно тяжкі ушкодження. У цьому зв'язку є необхідність чіткого уявлення про будову мікрогеморегуляторної системи шкіри, так як у цьому питанні в літературі є значна кількість суперечливих даних.

Мета роботи – у формі «питання-відповідь» чітко згрупувати структурні компоненти мікрогеморегуляторної системи шкіри, продемонструвати наглядні матеріали, які повинні використовуватися при самостійній позааудиторній роботі студентів, інтернів, лікарів-курсантів.

Матеріали роботи (*Кровопостачання шкіри – загальні відомості*)

Артерії, що живлять шкіру, походять з трьох груп артерій: шкірні гілки артерій (що йдуть в міжм'язових фасціальних перегородок), м'язово-шкірні артерії, надкістково-шкірні артерії. Вони утворюють широку мережу під гіподермою - фастична мережа. З цієї мережі в шкіру піднімаються більш дрібні гілки, які на нижній межі дерми діляться і анастомують одна із одною, утворюючи другу глибоку (судермальну) артеріальну мережу, паралельну першій. Тут беруть початок артерії, що живлять волосяні фолікули і клубки потових залоз. З субдермальної артеріальної мережі у власне шкіру направляються мікроскопічні малі артерії, які діляться, утворюючи довгі артеріоли, що анастомозують одна з одною. Під епідермісом з них утворюються

артеріолярні аркади. На межі з сосочковим шаром розташовується поверхнева артеріолярна мережа, від якої відходять термінальні артеріоли, що йдуть до шкірних сосочок. Кожна термінальна артеріола живить групу сосочків, утворюючи сосочкові капіляри. Цим пояснюється осередок судинних уражень шкіри. Сосочкові капіляри можна досліджувати в клініці за допомогою капіляроскопії, при цьому вони мають форму жіночих шпильок.

З сосочків кров відтікає у венули, що утворюють поверхневу дрібну мережу відразу під сосочками. Дещо глибше розташовується друга субпапілярна мережа венул, що йде паралельно першою. У сітчастому шарі дерми лежить третя венозна мережа, а в гіподермі розкладається глибока венозна мережа, в якій здійснюється теплообмін. Ця мережа лежить паралельно розташованою над нею мережі субдермального артеріального сплетіння, з яким з'єднується множиною артеріоло-венулярних анастомозів. Це обставина має велике значення для регуляції тепловіддачі. Мережі функціонують за принципом поворотно-протиточно-множинного механізму.

На відміну від інших органів, мікроциркуляторне русло в шкірі виконує не тільки транспорт, але й обмінну функцію, а також – дуже важливу функцію терморегуляції. Регуляція температури тіла відбувається по-перше, шляхом зміни просвіта судин термінального судинного русла, а, по-друге, шляхом зміни про світла артеріоло-венулярних анастомозів.

При зниженні температури навколишнього середовища відбувається звуження поверхневих кровоносних судин і одночасне розширення анастомозів. При цьому кров через них скидається у венозне русло, не доходячи до поверхневих шарів шкіри.

Дана обставина при, безсумнівно, позитивному ефекті (різко обмежуються втрати тепла шляхом випромінювання) має і зворотну

сторону, призводить до ішемії поверхневих шарів шкіри і, в тяжких випадках, до їх некрозу (при відмороженнях).

При підвищенні температури повітря, навпроти, судини поверхневої судинної мережі сильно розширюються, анастомози – скорочуються, і втрати тепла з поверхні шкіри зростають.

Артеріоло-венулярні анастомози шкіри в основному складні, з добре представленою системою регуляції кровотоку через них (епітеліоїдні клітини, здатні набухати і скорочуватися під впливом нейрогуморальних стимулів). Роль артеріоло-венулярних анастомозів шкіри багатопланова.

По-перше, вони включаються в роботу при зниженні температури шкіри. У цьому випадку з артеріол у венули «скидається» кров, яка повинна була пройти через капіляри і, отже охолодитися в них. У цьому випадку функціонування анастомозів сприяє збереженню в організмі тепла (терморегуляційна функція). Однак тривала ішемізація поверхневих шарів шкіри в цих випадках створює умови для відмороження шкіри. По-друге, анастомози регулюють таку функцію шкіри, як потік-відокремлення. І, нарешті, артеріоло-венулярні анастомози грають певну роль в мобілізації в загальний кровоток депованої шкіри крові.

В останній час розвиваються уявлення про дискретний принцип будови мікросудинної мережі шкіри. Це дозволяє зрозуміти причину існування мозаїчної і мікроосередкової судинної шкірної патології. Розроблені і обґрунтовані такі поняття, як "шкірний ангіон", "артеріоло-капілярно-венулярні одиниці шкіри" (АКВОШ). Виділені субпапілярні (!), пара фолікулярні (!), дермальні (!) і гландулярні (!) АКВОШ, що має надзвичайно важливе значення для проблеми впливу «БОРГ» через шкіру. Вони відрізняються за структурою і функцією.

Артеріоло-венулярні анастомози шкіри як важлива частина мікроциркуляторного русла в основному – «справжні» «складні» «клубочкові» з добре представленою системою регуляції (!) кровотоку через них (епітеліоїдні клітини, здатні набухати і скорочуватися під впливом нейрогуморальних стимулів). Такі анастомози мають таку будову. При утворенні анастомозу артеріола, що приносить кров, розгалужується на ряд (3-4) гілок, кожна з яких побудована однаково. Їх внутрішня оболонка представлена ендотеліальним шаром, що лежить на слабо вираженій базальній мембрані. М'язова оболонка складається з внутрішнього поздовжнього та зовнішнього циркулярного шарів міоцитів.

При наближенні до венозної ділянки міоцити замінюються на світлі овальні Е-клітини, що нагадують епітеліоцити. Ці клітини здатні як накопичувати, так і віддавати воду, змінюючись в об'ємі та змінюючи просвіт анастомозу. Від ендотелію ці клітини відокремлюються слабо вираженою базальною мембраною. У цитоплазмі містять лізосоми та міофіламенти.

Оскільки секреторні гранули в клітинах не виявлені, ендокринна функція Е-клітин залишається відкритою. Зовні гілки, що формують анастомоз, оточуються загальною сполучнотканинною оболонкою. Через характерний вид такі анастомози часто називаються клубочковими (ГЛОМУСНИМИ!!!).

**Питання 1. МГР-СШ: термін «мікроциркуляторне русло» було сформульовано майже через 300 років після відкриття судин М. Мальпігі та А. ван Левенгуком, але сьогодні більш точним є термін не «русло», а «система», і не «циркулярна», а «регуляторна»; у чому принципова різниця цих термінів?**

Під терміном «мікрогеморегуляторна система» шкіри (МГР-СШ) мають на увазі складову частину загальної системи мікроциркуляції,

що забезпечує сукупність процесів, що відбуваються в тканинах між їхніми клітинами, тканинною рідиною, яка їх омиває і кров'ю, що протікає в судинах цих тканин, а також – регуляторний вплив відповідних структур на цей та інші процеси і в шкірі.

**Питання 2. МГР-СШ: які структури (поряд з судинами) входять?**

До МГР-СШ входять:

- 1) шляхи транспорту речовин поза судинами;
- 2) щілини – між клітинами та різними тканинами;
- 3) речовина (екстрацелюлярний матрикс – ЕЦМ), що оточує капіляри та є найбільш тісно пов'язаною з тканинами.

**Питання 3. МГР-СШ: у чому принципово новий погляд на значущість капілярів?**

Капіляри розглядають як власне складову частину органу і для шкіри є важливим те, що в епідермісі їх немає (так, як і в деяких інших «безкапілярних» структурах організму – таких як слизові оболонки, емаль та дентин зубів, ендокард клапанів серця, внутрішні середовища та рогівки очного яблука).

**Питання 4. МГР-СШ: крім відкриття судин, прізвище М. Мальпігі зазначається у відношенні певних шарів епідермісу – яких?**

В дерматології росткові шари епідермісу і позначають як «мальпігієвий шар» (хоча саме цей «ростковий» шар епідермісу не містить судин).

**Питання 5. МГР-СШ: чому не є точним використання терміну «капілярне русло»?**

У термінологічному плані важливо враховувати, що ланку, що зв'язує артерії і вени правильно позначати не «капілярне русло», а

«мікроциркуляторне», оскільки воно насправді складається з різних ланок (структур) тісно взаємопов'язаних між собою.

**Питання 6. МГР-СШ: скільки і які ЛАНКИ є в ній; яке значення можуть мати їх «підназви образні»?**

Існують як мінімум 7 різних ланок МГР-СШ:



Також ланки МГР-СШ мають «підназви» багато з яких мають «образні» значення, проте дозволяють більш чітко уявляти функцію тієї чи іншої структури. Наприклад: «краном» чи «сфінктером» ми можемо називати артеріоли; «трубки» - капіляри без скоротливих елементів; «шунти і напівшунти» - роль анастомозів; «муфти»- міоцити капілярів; «прокладки» - епітеліоїдні клітини; «конуси» - внутрішньоорганні судини; «шпилька» - капіляр в сосочці дерми в формі петлі; «бранша» - вид капіляра на вершині сосочка дерми і т.п.

**Питання 7. МГР-СШ: з якими типами кровотоків бувають МГР-СШ шкіри – якими механізмами вони забезпечуються, і як «образно» зазначають роль міоцитів та ендотеліоцитів?**

Існує 2 типи кровотоків МГР-СШ:

- 1) постійний
- 2) переміжний

Переміжний тип кровотоку працює по «замикальному» механізму. Головну роль у цьому виконують міоцити (фігурально – «муфти») та ендотеліоцити, які здатні до набухання (фігурально – «прокладки»).

**Питання 8. МГР-СШ: крім 7 судинних компонентів МГР-СШ («головної частини») ще які є «притаманними» (характерними) для цієї системи?**

Розглянуті 7 судинних компонентів МГР-СШ є основною (компонентною) частиною цієї системи, яка тим не менш є більш складною (багатоканальна) з її «входами» і «виходами», а також з паралельно розташованими елементами і має просторовий порядок, пов'язаний зі структурою органу.

**Питання 9. МГР-СШ: двухмірність - характерна для судинної сітки шкіри; чим обумовлена ця особливість (на відміну від багатоярусних та трьохмірних судинних сіток інших органів)?**

Щодо шкіри та слизових оболонок (як площинних утворень) судинні мережі мають двомірну організацію (на відміну від порожнистих – мають багатоярусні конструкції та паренхіматозні – з тривимірною просторовою організацією). Співвідношення артеріальних та венозних компонентів у руслі у різних органів різне, що не завжди піддається функціональному інтерпретуванню.

**Питання 10. МГР-СШ: враховуючи, що багатоканальність є однією з 3-х характерних її властивостей, чим є «входи» в цю систему, які «образні» підназви їм надаються, в чому їх функціональне призначення?**

Що стосується «входу», то слід керуватися рекомендаціями Всесвітнього конгресу анатомів (1970), згідно з якими елементами такого «входу» є «внутрішньоорганні» судини - це конуси (розгалужені), які звужуються, що надходять в орган і регулюють в ньому «приплив» і «розподіл» крові.

**Питання 11. МГР-СШ: крім „кровоносно-судинного” компоненту, які ще структурні утворення (компоненти, елементи, клітини, закінчення, «одиниці») входять до її складу?**

Крім „кровоносно-судинного” компоненту до МГР-СШ входять лімфатичні судини, сполучнотканинні елементи, специфічні для органу клітини, НЕРВОВІ закінчення; весь цей комплекс поєднується і складається з „одиниць” – „МГР-СШ («Г» - гемо...) та МЛГ-СШ («Л» - лімфо...).

**Питання 12. МГР-СШ: судини дерми - стосовно шкіри (як органу) аналізуються частіше; з чого вони утворюються?**

Стосовно шкіри (як органу) частіше розглядають судини дерми, які утворюються з артеріальних судин, що проникають з гіподерми, де вони, у свою чергу, йдуть паралельно поверхні шкіри, а заходячи в неї, утворюють не тільки шкірні сплетіння, але і дають розгалуження для волосяних фолікулів, сальних та потових залоз; саме тут є нечисленні капілярні «сплетіння» сітчастого шару (у якому багато артеріовенозних анастомозів) – це може мати надзвичайно важливе значення до проблеми проникнення «БОРГ» через ці структури шкіри.

**Питання 13. МГР-СШ: судини гіподерми проникають в дерму – як вони в ній спрямовані, що в ній утворюють, у тому числі які «розгалуження», «сплетіння» ?**

Проникші з гіподерми в дерму артеріоли називаються «резистивні» ,так як у них дві основні задачі - регуляція об'єму кровотоку шкіри і підтримка рівня систолічного артеріального тиску.

На межі гіподерми і сітчастого шару вони утворюють глибоку сітку ,а в сосочковому – паралельну їй судину сітку .

**Питання 14. МГР-СШ: який із компонентів МГР-СШ (у тому числі – шкіри) за фігуральним висловом О. Хентера зазначають як «шматочок цукру у склянці чаю»?**

До інших компонентів МГР-СШ (у тому числі шкіри), які відіграють свою роль у його функціонуванні, відносяться: а) екстравазальна рідина; б) інтерстиціальний простір, заповнений гелеподібною

речовиною (по образному порівнянню О. Хентера – «шматочок цукру в склянці чаю»), і що більше воно змішане з водою, то вище тургор шкіри.

**Питання 15. АРТЕРІОЛИ: як їх називають «образно» та якою ланкою МГР-СШ вони є і чому; завдяки чому вони використовують свою функцію і яку?**

1) «Вхідна» ланка – артеріоли, які образно позначають як «крани» судинної системи, оскільки саме вони регулюють надходження крові в шкіру, і це забезпечується завдяки наявності в їх середній оболонці одного шару міоцитів, що здійснюють скорочення стінки артеріол.

2) Артерії розгалужуються на «гілки» - дедалі дрібніші судини, й у кінцевому підсумку перетворюються на дуже маленькі судини, названі артеріолами. Артерії та артеріоли мають м'язові стінки та здатні регулювати свій діаметр для збільшення або зменшення припливу крові до певної частини тіла, у тому числі й шкіри.

3) Також безпосередньо, вони мають пряме значення до терморегуляції шкіри.

**Питання 16. АРТЕРІОЛА – “материнська” є важливим елементом “входу” в МГР-СШ (її внутрішньосудинного гільчатого конусу); як від неї відходять “стволові артеріоли”, чим вони відрізняються від “материнської” і які судини відділяють від себе; ці та інші артеріоли називають ще і як “резистивні” і яка їх особливість в різних шарах шкіри?**

Гілки першого порядку відходять від «материнської» артеріоли під прямим кутом, які в три рази менше материнської і називаються «стовбуровими» артеріоллярами, вони відокремлюють від себе передкапіляри - (артеріолярні); з них утворюються 2-3 капіляри, які утворюють капілярну мережу з подальшим підключенням до посткапілярної (венульної) і венульної (один з «виходів» з МГР-СШ).

**Питання 17. ПРЕКАПІЛЯРИ: як їх називають «образно», з чим порівнюють; якою ланкою МГР-СШ вони є і чому; завдяки чому виконують свою функцію і яку?**

Прекапіляри є розподільною ланкою, в яких міоцити вже знаходяться на відстані, і стінка вже не містить еластичних волокон, вони накопичуються лише у місцях відходження (під прямим кутом) прекапілярів від артеріол виконуючи роль сфінктерів для розподілу крові між окремими капілярними частинами; така будова стінки прекапілярів дозволяє так само відбуватися процесам обміну речовин між кров'ю та дермою (перший обмінний процес).

**Питання 18. ПРЕКАПІЛЯРИ: також називають «мезартеріоли», «термінальні артеріоли» - де вони містяться і що в них виконує роль «сфінктера прекапілярного» (як і яку функцію він виконує?)**

У термінологічному відношенні стосовно МГР-СШ слід враховувати також такі деталі. Прекапіляри ще називають «мезартеріоли» або «термінальні артеріоли». Вони розташовані в підсосочковому шарі, де на межі з гирлом капіляра забезпечені одиночним гладком'язовим волокном. Це волокно виконує роль «прекапілярного сфінктера». Головна функція цього сфінктера – скорочення і припинення надходження крові до декількох(!) сосочків ( так як один прекапіляр розрахований на кілька сосочків).

**Питання 19. КАПІЛЯРИ: якою ланкою МГР-СШ вони є, як їх називають образно і чому; завдяки чому виконують свою функцію, як їх класифікують?**

Капіляри – найбільш тонкостінна ланка, що представляє собою трубки з ендотеліоцитів без скорочувальних елементів з переважно прямолінійним ходом, що не мають бічних гілок, тобто «не гілкуються», а «розділяються» (!!!) на нові капіляри, а потім – з'єднуються між собою, утворюючи «мережі» з капілярів, форма, просторова

організація, густота та розміри яких залежать від органу, в якому вони розплітаються (від 2 до 40 мкм), найбільш широкі з них образно називають «лакуни» (у печерних тілах статевих органів). Капіляри також класифікують залежно від ступеня наповнення кров'ю: «відкриті» (функціонуючі), «напіввідкриті» (містять лише плазму); «закриті» (резервні) і співвідношення цих видів залежить від функціонального стану органу. Можливі процеси як їх повної редукації, і їх новоутворення (що має значення й у розацеа). Хоча умовно і виділяють артеріальні та венозні відділи капілярів, але морфологічних відмінностей між ними практично немає.

**Питання 20. КАПІЛЯР: як перекладається термін «капіляр», і яке це має відношення до будови дерми?**

Термін «capillaris» перекладається з латині як «волосяний», і в кожному сосочку «papillae» він виглядає як петля у формі шпильки, яка досягає верхівки сосочка і переходить в посткапілярні області венули.

**Питання 21. КАПІЛЯРИ: як образно зазначають форму капілярів сосочків дерми?**

Петлі капілярів, що входять у сосочки, мають форму шпильок, і у кожному сосочку він виглядає як шпилькоподібна петля, яка артеріальною «браншею» досягає вершини сосочка і переходить у посткапілярні ділянки венул. Саме тому термінологічно ці капіляри ще називають «обмінні судини».

**Питання 22. КАПІЛЯРИ: зазначають терміном “обмінні судини” – які і чому?**

Завдяки вищесказаному термінологічно ці капіляри ще називають «обмінні судини», оскільки тут здійснюється один із важливих видів обміну – транскапілярний.

**Питання 23. КАПІЛЯРИ: у чому особливість компонентів їх стінки?**

Всі (!!!) компоненти їх стінки специфічно адаптовані до виконання «своїх» функцій, основною з яких є «реактивність» – своєрідна та адекватна зміна діяльності цих компонентів при зовнішньому впливі.

**Питання 24. КАПІЛЯРИ: як відбувається формування капілярів і на що це впливає; у чому особливість "капілярних зашморгів" на шкірі обличчя, які їх характеристики?**

Через те, що формування МГР-СШ (особливо – капілярів) відбувається поступово («зрілим» МГР-СШ стає у віці 15-ти років), це впливає на відмінність капілярних петель (у тому числі на обличчі), що є важливим для косметології.

**Питання 25. ПОСТКАПІЛЯРИ: якою ланкою МГР-СШ вони є; як утворюються, чим відрізняються?**

Посткапіляри є власне першою венозною ланкою, що утворюється від описаного вище злиття капілярів зі збільшенням діаметра (більше ніж у капілярів), але поки що з відсутністю міоцитів у стінці.

**Питання 26. ПОСКАПІЛЯРИ: клапанні відносять до «резорбтивних» судин - які функції вони виконують (і з ким одночасно)?**

Функцію транспорту резорбтивного матеріалу (гормонів, ліпідів, клітинних елементів тощо) назад у кров виконують так звані *резорбтивні судини* («клапанні» посткапіляри та «безклапанні» лімфатичні капіляри), а окрім цього дані судини виконують і дренажну функцію, відводячи з інтерстиціального простору надлишок рідини та білку.

**Питання 27. ВЕНУЛИ: в чому їх суттєві відмінності?**

У венулах вже присутні міоцити в стінці; їх діаметр досягає 50 мкм; вони пов'язані анастомозами між собою і більшими венами, утворюючи свою власну складну мережу; вони мають багато (недавно виявлених) регулюючих пристроїв (м'язові сфінктери і клапани).

**Питання 28. ВЕНУЛИ: посткапілярні шкіри обличчя – у чому їх відмінність та чому їх зазначають терміном «акумулюючі» судини (яку роль вони виконують)?**

Як і зазначалося раніше, через те, що формування МГР-СШ (особливо - капілярів) відбувається поступово («зрілим» стає до 15 років), це впливає на відмінність капілярних петель і в шкірі обличчя – посткапілярні венули сосочків відрізняються тим, що вони: а)короткі; б) розташовані більш горизонтально; в)згинаються під прямим кутом; г) їх діаметр непостійний . Середній радіус такого капіляру приблизно 4 мкм ,площа – приблизно 30 мкм<sup>2</sup> (і вона не змінюється по всій його довжині). Такі капіляри переходять в венули («збиральні » або «м'язові») або в вени (дрібні). Всі ці види вен називають терміном «акумулюючі судини», які виконують «депонуючу» функцію (в нормі близько 70% крові знаходиться в них).

**Питання 29. ВЕНУЛИ: посткапілярні - в чому їх «резистивна» функція?**

У фізіологічних умовах проходження рідин і розчинених (!!!) речовин через ендотеліальний бар'єр може відбуватися за допомогою комбінації трансклітинних або параклітинних шляхів. В обох випадках мається на увазі активна роль ендотеліальних клітин. Трансцитотичні шляхи вимагають енергії для утворення і проходження везикул. Параклітинні з'єднання повинні утворюватися і постійно підтримуватися в середовищі, де є постійні напруги, які потенційно можуть призвести до збою міжклітинної адгезії.

Вважається, що трансклітинний шлях опосередковує нормальний фізіологічний транспорт макромолекул через ендотелій. Морфологічні дані підтверджують, що цей процес включає:

- 1) утворення ендотитотичних везикул

2) які можуть захоплювати альбумін та інші білки плазми на просвітній мембрані, з подальшим

3) трансцитозом через клітину та

4) екзоцитозом на базальній мембрані.

Цей процес, ймовірно, опосередковується кавеолами, які є мікродоменами ліпідного плоту, які утворюють інвагінації в плазматичній мембрані, і везикуло-вакуолярними органелами, що можуть зливатися з транспортними везикулами і утворювати трансклітинні пори, що охоплюють внутрішню частину клітини.

**Питання 30. ВЕНУЛИ: посткапілярні – в чому «універсальність» їх значення при розвитку запалення?**

Посткапілярні венули, діаметром 12-30 мкм, утворюються в результаті злиття декількох капілярів. Ендотеліальні клітини можна фенеструвати. В органах імунної системи вони можуть мати спеціальний високий ендотелій, який служить для міграції лімфоцитів з судинного русла. М'язові клітини відсутні, перицити зустрічаються частіше, ніж в капілярах. Ендотелій посткапілярних венули є основною мішенню вазоактивних речовин, таких як гістамін і серотонін, забезпечуючи під їх впливом надмірний витік рідини і лейкоцитів при запаленні і алергічних реакціях. Запалення характеризується інфільтрацією тканин лейкоцитами. Лейкоцити весь час залишають кровотік і йдуть в тканини і **без запалення** - !!! (цей механізм може стати актуальним і для вивчення проблеми відсутності запалення шкіри при проходженні через неї «БОРГ»).

Для цих форм виселення використовуються спеціалізовані ділянки судинного русла, представлені в багатьох його областях - високоендотеліальні венули. Вихід з кровотоку в тканину є природною стадією життєдіяльності моноцитів, які поповнюють басейн різних тканинних макрофагів, а також для поліморфонуклеарів. Однак при

наявності запального вогнища спостерігається селективний фокус лейкоцитарної еміграції, а в деяких випадках більше половини добового вироблення фагоцитарних клітин знаходиться в зоні запалення, при відносному зниженні масштабу еміграції в інших частинах судинного русла. Виселення лейкоцитів з судини відбувається в вогнищі запалення на великій площі, що покриває посткапілярні венули і капіляри, але не артеріоли.

У лімфатичних судинах запального вогнища також можлива еміграція. Отже, під впливом медіаторів запалення ендотелій всіх цих судин (а не тільки високоендотеліальних венули) значно підсилює або набуває здатність пропускати еміграційні лейкоцити. Переходячи в субендотеліальні структури, лейкоцити продовжують виробляти і виділяти біологічно активні речовини. Їх ізоляція спрямована в першу чергу на захист організму від запального засобу, але ці ж речовини також змінюють структуру інтерстицію, змінюючи його механічні властивості. В результаті порушується структура колагенової матриці інтерстицію і знижується значення гідростатичного інтерстиціального тиску. Підвищення гідростатичного капілярного тиску за рахунок зростання резистентності до кровотоку в венулах викликає капілярний витік. Втрачена рідина не розподіляється рівномірно в інтерстиції, а утворює області «рідких інфільтратів»!!! До складу перерахованих вище «інфільтратів» входить значна кількість втраченого білка, який утримує в ньому воду. Отже, повернення рідини в судини загрожує серйозними труднощами.

Виділяють три типи динаміки проникності судин при запаленні.

1. Рання перехідна фаза, яка полягає в швидкому і короткому підвищенні проникності дрібних і середніх венул (діаметром до 100 мкм). Проникність збільшується до максимуму через 5-10 хвилин після пошкодження. Гістамін відіграє виняткову роль у цій фазі, тому що вона

заблокована його антагоністами. Допоміжну роль можуть відігравати інші медіатори запалення, такі як брадикінін, лейкотрієни і простагландини.

Механізми ранньої фази підвищеної проникності більше пов'язані з розширенням міжклітинних просторів (!!!) за рахунок зниження ендотеліоцитів, ніж зі збільшенням трансцитозу. Запаси гістаміну в тканинах невеликі, він інактивується гістаміназою, крім того, спостерігається зниження чутливості його рецепторів. Тому проникність знову знижується через 30 хвилин.

2. Пізня тривала фаза підвищення проникності судин починається через 1-2 години після пошкодження судинної тканини і досягає піку через 4-6 годин. Особливо це помітно при сонячних опіках. У деяких випадках, наприклад, при затримці підвищеної чутливості латентний період триває набагато довше - від 4-6 до декількох десятків годин або навіть до 6-8 днів. Пізня фаза триває не менше 24 годин. На пізній фазі підвищується проникність як капілярів, так і венул. Відбувається активація клітинного цитоскелета ендотеліальних клітин. У підвищенні проникності беруть участь як прискорення трансцитозу, так і міжклітинні процеси, зокрема, валучення ендотеліоцитів (!!!) до процесів, задіяних в з'єднанні клітин, через що між ними з'являються проміжки. Помітного округлення ендотеліоцитів не спостерігається. В експерименті пізня стадія не розвивається або сильно ослаблена у тварин, позбавлених лейкоцитів. Передбачається, що вона забезпечується в основному поліпептидними медіаторами запалення, в тому числі цитокінами макрофага і лімфоцитарного походження (інтерлейкін-1, кахексин, γ-інтерферон).

3. Раннє стійке підвищення проникності. При значній і поширеній первинній зміні, наприклад, при важких опіках, інфекціях з ендотеліотропними збудниками, проникність судин: а) підвищується

протягом перших 30-45 хвилин до максимуму і не зменшується протягом декількох годин; б) потім слідує її повільний спад, що триває кілька днів. Уражаються артеріоли, капіляри і венули, спостерігається некроз, відлущування ендотелію і розриви цокольних мембран, відбувається стабілізація проникності в міру тромбозу судин і нового судинного утворення. Така закономірність підвищення проникності залежить від масивної дії первинного змінного фактора (!!!), впливу гідролаз та ін. (в основному лейкоцитарні) механізми вторинної зміни на судини.

**Питання 31. ВЕНУЛИ: до якої з 3х сіток (сплетінь) вони відносяться?**

Венули роблять внесок і в посткапілярну «резистивну» функцію, хоча вони, у порівнянні з артеріолами, мають менш виразний м'язовий шар і меншу іннервацію. Загалом вени у шкірі утворюють три «мережі» (сплетіння), що виконують свої функції (збирання крові):

1) підсосочкове венозне сплетення - збирання крові від:

-сосочкового шару;

-сальних залоз («БОРГ»?);

-коренів волосяних фолікулів («БОРГ»?);

2) глибоке венозне сплетення (між дермою та гіподермою) – збирання крові від:

-підсосочкового сплетення;

-потових залоз («БОРГ»?);

-жирових часточок;

3) «фасціальне» венозне сплетення – збирання крові від:

-глибокого венозного сплетення;

-від нього відходять більші стволи.

**Питання 32. АНАСТАМОЗИ «типові» - «артеріовенозні: в чому їх суттєві відмінності; як їх рекомендують називати на теперішній**

**час (термінологічно) і які функції вони виконують; що таке посткапілярний кровотік?**

Анастомози артеріовенозні типові - безпосередньо сполучні артерії та вени (діаметр анастомозу в 10 разів більше капіляра!!!). До речі, **саме у шкірі** (!!!) та нігтьовому ложі (тобто у придатку шкіри) їх уперше і виявив французький анатом Сюке у 1862 році. В даний час їх рекомендують термінологічно позначати як артеріоло-венулярні і розглядати як постійні утворення, що відіграють роль «шунтів» – з функцією «скидання» крові у венозне русло в обхід капілярів, щоб «розвантажити» капілярне русло і «вирівняти» загальний баланс крові, що проходить через необхідні ділянки органу (шкіри), це так званий **юкст-капілярний** кровотік (швидший) в обхід транс-капілярного.

**Питання 33. АНАСТОМОЗИ («нетипові»): яка їх «образна» назва; в чому відмінність кровотоку в них?**

Крім типових є і «нетипові» анастомози, так звані – «напівшунти», якими змішана кров надходить у венозне русло.

**Питання 34. АНАСТОМОЗИ: взагалі, які основні функції вони виконують?**

Основними функціями анастомозів є: а) «резервуарна» (оскільки вони звивисті і зливаються), б) а також «регуляторна».

**Питання 35. АНАСТОМОЗИ (гломуси): чому це одна з особливостей шкіри? Відмінності як «шунтуючої» судини; роль «сфінктеру»; «зкидування» крові)?**

Анастомози термінологічно ще називають "гломуси", і це одна з особливостей МГР-СШ (!!!); Наявність «шунтуючих» судин, у тому числі і анастомозів, дозволяє забезпечити те, що кров, минаючи капіляри, надходить у венозний відділ через ці судини тільки при відкритті сфінктера, а в звичайному стані вони знаходяться в закритому вигляді, і «спрацьовують» вони у нормі тоді, якщо температура зовнішнього

середовища перевищує +35°C або знижується нижче +15°C (що може мати значення при розацеа та інших дерматозах).

**Питання 36. АНАСТАМОЗИ: здібні «замикатись» і «розмикатись», в чому сутність та важливість цієї їх функції?**

Анастамози здатні швидко (!!!) як «замикатися», так і «розмикатися», що має важливе гемодинамічне значення – кровотік у ньому за одиницю часу в нормі у 10 тисяч разів більший (!!!) ніж у капілярах.

**Питання 37. АНАСТАМОЗАМ: властиві 3 характерно-функціональні особливості, які сформульовані в «законі Пуазеля» - вкажіть їх (у тому числі – кількісні значення)**

«Закон Пуазеля»:

- 1) діаметр анастамозу в 10 разів більший за діаметр капіляра;
- 2) тобто, кровообіг - збільшується;
- 3) тобто, щодо просування крові: 1 анастамоз = 10 тисячам (!!!) капілярів.

**Питання 38. АНАСТАМОЗИ: в чому значення ембріологічних аспектів проблеми?**

Важливим може бути ембріональний аспект значення анастамозів – оскільки вони з'являються у другій половині внутрішньоутробного періоду для змішування артеріальної та венозної крові; у постнатальному - можуть як новоутворюватися, так і редукувати. Зазвичай новоутворення відбувається при деяких патологічних станах (як емфізема та інші), коли утруднений транскапілярний кровотік. У цьому плані слід досліджувати ембріональні аспекти розвитку розацеа та інших дерматозів.

**Висновки. Перспективи подальших досліджень.** Структуризація текстів відносно будови мікрогеморегуляторної системи шкіри дозволяє чітко уявити механізми її функціонування, що необхідно також і у

відношенні з'ясування шляхів проникнення бойових отруйних речовин газових (зокрема – зарину) через шкіру. Проблемою подальших досліджень є з'ясування питання відносно того, що епідерміс не містить судин, у такому разі – яким чином зарину «вдається» потрапити до судинної системи трансепідермально та/або трансфолікулярно?

**Література:**

1. Атаман О.В. *Венозна стінка: загальнотеоретичні й експериментальні аспекти*. Суми: СумДУ, Ангіо, 2001. 248 с.
2. Атаман О.В. *Патологічна фізіологія в запитаннях і відповідях*. Вінниця: Нова Книга, 2010. 512 с.
3. *Гистопатология и клиническая характеристика дерматозов* / Г.С. Цераидис, В.П. Федотов, А.Д. Дюдюн, В.А. Туманский. Днепропетровск: Свидлер, 2004. 536 с.
4. *Дерматологія, венерологія*. Ред. проф. В.І. Степаненка. Київ, КІМ, 2012. 848с.
5. Мавров И. И., Каруна Б.И. *Микроциркуляция при дерматозах*. К.: Здоров'я, 1985. 136 с.

**References:**

1. Ataman O.V. (2001). *Venozna stinka: zagalnoteoretychni j eksperymentalni aspekty* [Venous wall: general theoretical and experimental aspects]. Sumy: SumDU, Angio. [in Ukrainian]
2. Ataman O.V. (2010). *Patologichna fiziologiya v zapytannyax i vidpovidyax* [Pathological physiology in questions and answers]. Vinnycya: Nova Knyga. [in Ukrainian]
3. *Gistopatologija i klinicheskaja harakteristika dermatozov* [Histopathology and clinical characteristics of dermatoses] (2004). G.S. Ceraidis, V.P. Fedotov, A.D. Djudjun, V.A. Tumanskij [Eds.]. Dnepropetrovsk: Svidler. [in Russian]

4. Dermatologiya, venerologiya [Dermatology, Venereology] (2012). Prof. V.I. Stepanenka [Ed.]. Kyiv, KIM. [in Ukrainian]

5. Mavrov I.I., Karuna B.I. (1985). Mikrocirkuljacija pri dermatozah [Microcirculation in dermatoses]. K.: Zdorov'ja. [in Russian]

Citation: Vasily A. Bocharov, Veronika V. Bocharova, Yulia O. Blazko, Lilia V. Bohovyk, Nadia S. Dinler, Daria A. Polna (2022). FIGHT MATTER POISON GAS («FMPG»): PROBLEM ASPECTS OF THE RESPONSE OF THE MICROHEMOREGULATORY SYSTEM OF THE SKIN (PART 2). New York. TK Meganom LLC. Innovative Solutions in Modern Science. 1(53). doi: 10.26886/2414-634X.1(53)2022.5

Copyright: Vasily A. Bocharov, Veronika V. Bocharova, Yulia O. Blazko, Lilia V. Bohovyk, Nadia S. Dinler, Daria A. Polna ©. 2022. This is an openaccess article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.