

ФОС. Застосування. Перша допомога

Автор: Наталя Сизова, тренер Медсанбата

ФОС - це група фосфороорганічних сполук (органофосфатів), які використовуються як вражаючий елемент нервово-паралітичної дії у хімічній зброї. Найбільш токсичний клас БОР(бойових отруйних речовин). ФОС як вражаючий елемент вперше синтезовані в Німеччині в 1936 році, заборонені до виробництва та зберігання Конвенцією про заборону хімічної зброї від 1993 року. В арсеналах Росії знаходяться в значній кількості. Найбільш поширені речовини, що входять в цю групу: дихлофос, тіофос, хлорофос, карбофос, метафос, пірофос, зарин, зоман, VX та інші. Токсичність препаратів коливається в широких межах і залежить від шляху надходження отрути в організм.

У розмові ФОС часто плутають з так званим "білим фосфором". Це принципово різні речовини з різною вражаючою дією. Детальніше про "білий фосфор" читайте у матеріалі "Медсанбат" від 18.05.2015 року: <http://www.medsanbat.info/biliy-fosfor-zastosuvannya-mozhlivi-ushkodzhennya-pri-kontakti-ta-persha-dopomoga/>

Бойові властивості

Хімічна зброя - один з типів зброї масового ураження. У керівних військових документах ХХ століття застосуванням нервово-паралітичних отруйних речовин передбачалося вирішувати такі завдання:

- ураження (знищення або виведення з ладу) живої сили противника, зниження його боєздатності, а також зараження місцевості або бойової техніки та іншого військового майна для ускладнення використання їх противником;
- напад на важливі військові, оборонні та цивільні об'єкти без їх руйнування;
- ураження малорозмірних цілей, нанесення ядерного удару по яких недоцільно;
- придушення живої сили, яка знаходиться в негерметизованих сховищах, танках та інших укриттях, що забезпечують певний ступінь захисту від вражаючих факторів ядерної зброї і впливу звичайних видів боєприпасів.

До числа бойових властивостей і специфічних особливостей ФОС відносяться: висока токсичність ОР, що дозволяє у край малих дозах викликати важкі і смертельні ураження; біохімічний механізм вражаючої дії ОР на живий організм; тривалість дії, через здатність ОР зберігати (певний час) свої вражаючі властивості на місцевості, озброєнні, військовій техніці та в атмосфері; трудність своєчасного виявлення факту застосування противником ОР і встановлення його типу; можливість керування характером і ступенем ураження живої сили; необхідність використання для захисту від ураження та ліквідації наслідків застосування хімічної зброї різноманітного комплексу спеціальних засобів хімічної розвідки, індивідуального та колективного захисту, дегазації, санітарної обробки, антидотів.

Більшість ФОС відносно швидко руйнуються у зовнішньому середовищі, але є такі винятки, як хлорпіріфос (діюча речовина препаратів "Дурсбан", "Пірінекс" та інших). Він може зберігатися в ґрунті до 120 днів. При разовому прийомі органофосфати проявляють дуже високу токсичність. Крім того, при будь-якому отруєнні ФОС, навіть безсимптомному, можуть виникнути такі ускладнення, як набряк легенів, ураження печінки та нирок, бронхопневмонія, епілептоморфні напади, психоастенічний (хронічна

втома) і психоорганічний (ослаблення пам'яті, зниження інтелекту, втрата контролю над проявами емоцій) синдрому. Зміни активності мозку після отруєння ФОС можуть зберігатися до року.

Фізіологічний вплив

Всіотруйні речовини нервово-паралітичної дії викликають отруєння при будь-якому вигляді впливу: інгаляційному, пероральному і при резорбції через шкіру. При цьому розрізняється лише значення їх середньосмертельної концентрації. Фосфорорганічні сполуки є інгібіторами холінергаси. Основним механізмом дії ФОС є вибіркове пригнічення ними ферменту ацетилхолінергаси, яка каталізує гідроліз ацетилхоліну-медіатора нервового збудження. Залежно від ступеня отруєння розрізняються в першу чергу показники активності холінергаси.

За ступенем тяжкості бувають:

- легка ступінь (міотична, кардіальна, шлунково-кишкова, невротична форми);
- середня ступінь (бронхоспастична форма);
- важка ступінь (генералізована форма).

За перебігом може бути:

- гостра форма (може мати блискавичний перебіг і уповільнений);
- хронічна форма.

Легкий ступінь ураження виникає через кілька хвилин після впливу речовини. Легке отруєння характеризується емоційною лабільністю. Переважають симптоми, пов'язані з розладом зору - зниження гостроти зору, міоз, слезотеча, зниження внутрішньоочного тиску, гіперемія кон'юнктив. Іноді спостерігаються болі за грудиною, невелике збільшення частоти пульсу, в ряді випадків - підвищення артеріального тиску.

З боку органів дихання - утруднення дихання, експіраторна задишка - бронхоспазм, зниження життєвої ємності легень.

Шлунково-кишкова форма проявляється нудотою, слинотечею, болями по всьому животу (спазм кишківника). Суттєвих змін крові при легкому отруєнні немає, іноді спостерігається короткочасний лейкоцитоз. Зниження активності холінергаси становить 30-50% від початкового рівня.

При отруєннях **середнього ступеня** з'являється бронхоспастичний криз, що нагадує напади задухи при бронхіальній астмі. Напади рецидивують через 10-15 хв, в межах нападному періоді дихання утруднене. Почуття страху, дратівливість, емоційна лабільність порушує сприйняття навколишнього оточення. Помірні явища токсичної нефропатії. Інші симптоми: рясна слинотеча, посилена секреція бронхіальних, потових залоз, підвищений артеріальний тиск, блювота, пронос, болі в животі. Спостерігаються фібрилярні посмикування м'язів. Зіниці різко звужені. У крові нейтрофільний лейкоцитоз із зсувом вліво, зниження активності холінергаси на 50-70% від початкового рівня.

При отруєнні **тяжкого ступеня** спостерігається блискавичний і гострий розвиток патологічного стану. Міоз настає протягом однієї хвилини (в термінальному періоді зіниці можуть розширюватися). Шкіра біла, волога. Протягом 2-4 хвилин після отруєння починають періодично виникати напади задухи, що призводять до порушення дихання. Відзначається артеріальна гіпотензія і брадикардія. Протягом 5-7 хвилин з'являються клоніко-тонічні судоми і м'язові посмикування окремих м'язових груп. З рота і носа виділяється піниста рідина, спостерігаються мимовільне сечовипускання і дефекація. У крові значний лейкоцитоз, пригнічення активності холінергаси на 70-80% від

початкового рівня. Протягом десяти хвилин - кома з арефлексією і адинамією. Смерть настає внаслідок асфіксії - наслідки паралічу дихальної мускулатури - або паралічу судинного центру і зупинки серця протягом 10-15 хвилин.

Терапія

Екстрена допомога ураженим нервово-паралітичними отруйними речовинами проводиться у двох напрямках: припинення надходження НПОР в організм і комплексна антидотна терапія.

Антидоти нервово-паралітичних отруйних речовин належать до двох груп: холінолітики і реактиватори холінестерази.

З групи холінолітиків загально визнаною протиотрутою при ураженні ФОС є **атропін**.

Атропін є досить активною і сильнодіючою лікарською речовиною, яка широко використовується в лікуванні хвороб внутрішніх органів. Дія заснована на блокуванні стимулюючої дії ацетилхоліну; зменшує секрецію слинних, шлункових, бронхіальних, слізних і потових залоз. При цьому рекомендована добова терапевтична доза атропіну не повинна перевищувати 4 мг (при отруєнні ФОС вимагаються вищі дози) .

Збуджує кору головного мозку (у високих дозах), у токсичних дозах спричиняє збудження, галюцинації, коматозний стан. Розширює зіниці, утрудняє відтік внутрішньоочної рідини, підвищує внутрішньоочний тиск, спричиняє параліч акомодатії. У середніх терапевтичних дозах впливає на центральну нервову систему й спричиняє відстрочений, але тривалий седативний ефект, збуджує дихання.

При перевищенні даних доз можливий розвиток атропінового психозу з клінікою галюцинаторних розладів. У більших дозах спричиняє параліч дихання.

Враховуючи те, що отруєння ФОС є невідкладними станами, вимагається використання атропіну по життєвих показах, тому всі можливі побічні дії - ігноруються.

При використанні атропіну розрізняють "інтенсивну" та "підтримуючу атропінізацію. Інтенсивну атропінізацію проводять з перших годин початку лікування і до появи перших ознак атропінізації – поява помірної тахікардії, розширення зіниць, поява сухості шкіри і відчуття сухості в роті. Поява вираженої сухості слизових оболонок, спрага, різке розширення зіниць, почервоніння обличчя свідчать про передозування атропіну.

Орієнтовні дози: вводиться 3-5 мг атропіну внутрішньовенно, можливо повторення дози через 10 – 15 хвилин при необхідності до сумарної дози 15 мг або до появи ознак атропінізації, (але при важких отруєннях можливе введення і вищих доз , під контролем лікаря).

Підтримуюча доза вводиться при закінченні дії інтенсивної дози і становить приблизно 80% від останньої. При цьому добова доза може досягати до 200 – 300мг (по окремих джерелах – до 1000мг). При раптовій відміні підтримуючої дії атропіну при невідновленій активності ХолінЕстерази можлива раптова смерть.

Паралельно з атропінізацією ураженим протягом першої доби з моменту отруєння вводяться реактиватори холін естерази (дипироксим, аллоксим). Вони сприяють відновленню активності холінестерази, надаючи антидотну дію.

Можна використовувати також більш поширені адреноміметики (адреналін, ефедрин).

Також симптоматично можна використовувати антигістамінні препарати, кортикостероїди.

Якщо призначення протиотрут не знімає судом, то для їх усунення використовують одну з лікарських речовин групи барбітурової кислоти - барбітурати (наприклад, тіопентал-натрію). Тіопентал-натрію вводять внутрішньом'язово в 2,5% -ному розчині по 5 мл. Надійний протисудомний ефект досягається внутрішньом'язовим введенням 2 мл 2,5% розчину аміназину, 2 мл 2% -ного розчину димедролу і 2 мл 2% -ного розчину промедолу. При необхідності використовується також сибазон у дозуванні 5-10 мг в/в. При виражених розладах дихання ураженим ФОС роблять штучне дихання і призначають кисень.

Додаткова інформація. Історичні відомості

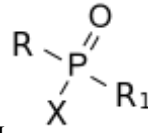
У 1938 році в Леверкузені була синтезована токсична речовина - ізопропіловий ефір метілфторфосфонової кислоти. Йому дали назву **зарин**. У 1944 році був відкритий ще більш токсичний і більш стійкий пінаколіловий ефір метілфторфосфонової кислоти - зоман. Останнім фосфорорганічним з'єднанням, відкритим у Вупперталі, був ціклозарін - самий сильнодіючий і стійкий з усіх.

Роботи зі створення фосфорорганічних сполук тривали одночасно в США, СРСР, Швеції та Великобританії. У 1954 році британська компанія Imperial Chemical Industries розробила дуже ефективний пестицид - складний ефір тіофосфорної кислоти, випустивши його на ринок під торгівельною назвою «Амітон», проте його токсичність робила неможливим його застосування в сільському господарстві. Зразки «Амітону» були передані у військову хімічну лабораторію в Портон-Дауні, де на його основі була розроблена нова серія нервово-паралітичних отруйних речовин, які за своїми бойовими властивостями були набагато кращі, ніж «німецькі». З усіх цих речовин найбільш перспективним був S-2-діізопропіламіноетіловий О-етіловий ефір метілтіофосфонової кислоти.

У 1958 році британський уряд продав всі отримані технології США в обмін на сприяння у створенні стратегічних ядерних сил, і американці почали промислове виробництво даної речовини, позначивши його шифром VX. Паралельно, в 1963 році Сергієм Івіним, Леонідом Соборовським і Ією Шилаковою був синтезований S-діетіламіноетіловий О-2-метілпропіловий ефір метілтіофосфонової кислоти, схожий за бойовими властивостями з VX, що отримав позначення Р-33. Протягом всієї Холодної війни СРСР і США продовжували виробництво цих речовин, сумарно створивши кілька десятків тисяч тон. За непідтвердженою інформацією, в 1970-х в СРСР під керівництвом Льва Федорова і Віла Мірзаянова почалася робота зі створення серії БОР третього покоління під загальною назвою «Новачок». За твердженням самого Мірзаянова, ці роботи тривали, щонайменше, до 90-х років включно. Ніякої достовірної інформації про структуру і властивості цих речовин немає.

Фізико-хімічні властивості

Незважаючи на те, що нервово-паралітичні отруйні речовини часто називають газами, нормальний агрегатний стан для них - рідкий. Температура кипіння різна. Від + 150 ° у зарину до майже + 300 ° у речовин V-серії. Органофосфати трохи важчі і щільніші заводу з питомою вагою від 1,01 у зомана до 1,09 у зарину; розчинні в жирах, ліпідах і органічних розчинниках. VX і VR практично нерозчинні у воді, зоман - обмежено, зарин - повністю. Застосовуються нервово-паралітичні речовини також не в газовому стані, а у формі аерозолі. Тонкодисперсний аерозоль найбільш ефективний при впливі через органи дихання, грубодисперсний - через шкіру і одяг. До нервово-паралітичних отруйних речовин відносяться похідні фосфорної і



алкілфосфонових кислот загальної формули $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{P}-\text{R}_1 \\ | \\ \text{X} \end{array}$, де R - алкіл або алкоксигрупи; R1 - алкоксигрупи, алкільна група, меркаптогрупа, або заміщена при атомі азоту аміногрупа; X - заступник, зв'язок якого з атомом фосфору менш стійкий в порівнянні з R і R1. Це можуть бути F, CN, ацілоксигрупа, діалкіламіноетілмеркаптогрупа, нітрофеноксигрупа, залишок заміщених фосфорної або алкілфосфонових кислот.

Література

1. Peter Macinnis. The Killer Bean Of Calabar And Other Stories: Poisons And Poisoners
2. Ahmed M. Alluwaimi, Yehia Hussein Diazinon immunotoxicity in mice: Modulation of cytokines level and their gene expression
3. І.С. Бадюгін, "Екстремальна токсикологія"
4. Є.А. Лужніков, "Клінічна токсикологія"
5. Grob D. Anticholinesterase intoxication in man and its treatment. Berlin, Springer Verlag, 1963
6. Сондерс Б. «Химия и технология органических соединений фосфора и фтора» 1961
7. Э.П. Петренко, А.С. Фукс. Военная токсикология, радиобиология и медицинская защита. Учебное пособие.. — Саратов: Фолиант, 2007.