

*Әскеи кафедра*

*Тақырып № 16*

*Ядролық жарылыстар мен радиациялық авариялар кезіндегі әскердің жеке құрамының зақымдалуын тудыратын факторлар. Сәулелік зақымдалу*

# Ядролық жарылыстың зақымдаушы факторлары

Ядролық жарылыстың зақымдаушы факторларына жатқызылады:

- Жарылыс толқыны;
- Жарықтық сәулелену;
- Енуші радиация;
- Жергілікті жердің радиоактиві зақымдалуы;
- Электромагнитті импульс

Әсер ету ұзақтығына байланысты ажратады:

- Қысқа уақыт әсер ететін зақымдаушы факторлар (жарылыс толқыны, жарықтық сәулелену және енуші радиация);
- Ұзақ уақыт әсер ететін фактор (радиоактивті жердің зақымдалуы)

Физикалық табиғаты бойынша :

- Радиационды;
- Радиационды емес

# Ядролық жарылыстың радиационды зақымдаушы факторлар

- **Енуші радиация** –жарылыс ортасынан жан жаққа 3 км дейін таралған гамма-сәулелер мен нейтрондардың ағымы. Енуші радиацияның көзі болып жарылыс уақытында соғыс жарақтарында өтетін ядролық радиацияның бөліну және синтезі, соған қоса ядролық бөлінудің радиактивті ыдырау өнімдері болып табылады.
- Гамма – кванттар ядролық реакцияларда жіті бөлінетін немесе ауа немесе грунт атомында нейтрондармен тудырылатын ядролық өзгерістер кезінде туындайды.
- Нейтрондар жіті, жарылыстың ядролық реакцияның өту жолында бөлінеді, негізінен жарылыстан кейін 2 – 3 сек соң ядролық бөлінуінің өнімдері ыдыраған кезінде түзіледі.
- Атомды жіне сутекті жарылыстар кезінде енуші радиацияның әсер ету ұзақтығы бірнеше секундтан аспайды, гамма-сәулелер түгелдей ауамен толығымен сіңірілетін осы биіктікке бұлттың көтерілу уақытымен анықталады.

- Адамға енушң радиацияның зақымдаушы әсері сәулелену мөлшерімен, соған қоса дене бойымен осы мөлшердің бірдей емес таралуымен анықталады
- *Жергілікті жердің радиоактивті зақымдалуы* ядролық жарыыс бұлтынан РВ-нің түсу нәтижесінде туындайды.
- Жергілікті жердің айтарлықтай зақымдалуы жер ядролық жарылыстарында жүреді. Зақымдалу аймағы ядролық жарылыс күші мен метеожағдайларға байланысты. Ауа ядролық жарылыстарда зақымдалу аз және жеке құрамның санитарлық жоғалтулар тудырмайды.
- Зақымдалу зонасында орналасатын адамдардың сәулелі зақымдалуы тең мөлшердегі сыртқы гамма – сәулеленумен, ал сыртқы бета – сәулеленумен терінің ашық аймақтарының, конъюнктиваның жыне шырышты қабатының, соған қоса ағзаға ингаляционды немесе пероральды жолдармен енетін радионуклидтердің сәулеленуімен шарттанған.
- Уран және плутоний бөлінуінің радиоактивті изотоптары ең қауіпті және негізгі зақымдалу көзі болып табылады.
- Радиоактивді жауын шашындар жергілікті жердің бірдей мөлшерде зақымдамайды. Радиацияның ең жоғарғы мөлшері жарылыс орталығы және эллипс осі маңайында, ал жарылыс орталығынан және радиация осінен алыстаған сайын радиация деңгейі азаяды. Соған сәйкес радиоактивді жауын шашындар іздері 4 аймаққа бөлінеді:

- - А аймағы– аз мөлшердегі зақымдалу аймағы;
- - Б аймағы – күшті мөлшердегі зақымдалу аймағы;
- - В аймағы – қуіпті мөлшердегі зақымдалу аймағы;
- - Г аймағы– аса қауіпті зақымдалу аймағы

# Ядролық жарылыстың радиационды емес факторларымен зақымдалуы

- **Жарылыс күші** орта және күшті ядролық жарылыстардың негізгі зақымдаушы факторы. Ол негізінен жарылыс орталығынан барлық бағыттарға тарайын тығыздалған ауа айағы болып табылады. Адамдардың жарылыс күшімен зақымдалу жарылыс толқыны фронтында шамаданы тыс қысымның, ауаның жылдамдық аңымының және екіншілік жарақаттайтын снарядтардың әсерімен туындайды.
- Ашық жерлерде 1 кг/кв.см мөлшерінен жоғары шамадан тыс қысым жағдайында аса ауыр, өлңмге әкелетін жарақаттар туындайды; фронтта қысым мөлшері 0,5-0,9 кг/кв.см – ауыр жарақаттар; 0,4-0,5 кг/кв.см – орташа жарақаттар; 0,2-0,3 кг/кв.см – жеңіл жарақаттар.
- Жәр және әсіресе жер асты жарылыстар кезінде 5-7 балл деңгейіндегі жер сілкінісімен тең жердің дірілі байқалады.
- Жарылыс күшінен қорғаныс құралына жергілікті жердің жиырылыстары, қорғандар болады.
- Траншеялар, қазбалар мен қорғандар жарылыс толқынының зардаптарын 3 - 10 есе азайтады.

- **Жарықтық сәулелену.** Оттық шардан 10-20 сек бойы жоғары температуралы күшті жарық ағымы мен жоғары температуралы жылу толқындары тарайды. Оттық шар маңайында барлығы ериді, газ тәрізді жағдайға айналып, саңырауқұлақ тәрізді бұлтпен бірге көтеріледі. Жарық сәулелерінің әсер ету радиусы жарылыс күші мен түріне және атмосфераның мөлдірлігіне байланысты.
- Жарықтық сәулелену жаңғыш заттардың жануын және массалы өрттер тудырады, ал адамдар мен жануарларда – түрлі дәрежедегі дене күйіктерін тудырады.
- Зақымдаушы әсерінің дәрежесі жарық импульсімен, яғни дарықтанатын 1 кв.м дене бетіне түсетін энергия мөлшерімен анықталады, 1 кв.м мөлшердегі килоджоульмен өлшенеді. 100-200 кДж/кв.м жарықтық импульс I дәрежелі күйіктер, 200-400 кДж/кв.м – II, 400 кДж/кв.м жоғары – III дәрежесін тудырады.
- Материалдардың зақымдалу дәрежесі олардың қызу дәрежесіне байланысты, ол өзалдына бірқатар факторларға байланысты: жарықтық импульс мөлшеріне, материалдардың қасиеттеріне, жылу сіңірілу коэффициентіне, ылғалдылық, материалдың жаңғыштығымен және т.б.
- Соған қоса жарық импульсі адамдардың соқырлығын тудырады, әсіресе қарашық кеңейгенде уақытты, түнде.

- *Электромагнитті импульс және екіншілік факторының зақымдалуы.*  
Ядролық жарылыс кезінде ауаның ионизациясы мен жоғарғы жылдамдықпен электрондарың қозғалысы салдарынан импульсті электрлік разряд пен ток түзетін электромагнитті аудан түзіледі. Атмосферада түзілген электромагнитті импульс найзағай тәрізді антенналар, кабельдарда, сымдарда күшті токтар бағыттау мүмкін. Бағытталған автоматты ауыстырғыштардың ошірілуін, изоляцияның бұзылысын, радиоаппаратура элементтерінің жанып кетуін және адамдардың электр тогымен зақымдалуын тудыру мүмкін. ЭМИ әсер ету радиусы 1 мегатонн күшті ауа жарылыстарында 32 км тең, 10 мегатонн –115 км дейін.
- Зақымдалудың екіншілік факторларына өрттер мен химиялық және мұнайөндеуші заводтара жарылыстар жатқызылады, олар адамдардың жалпылай көмңртек қышқылымен және өзге улы заттармен улану себептері болуы мүмкін. Су қоймалардың және гидротехникалық құрылымдардың бұзылысы салдарынан тұрғылықты жерлердің топан су басуының қаупін тудырады.



# Сәулелік зақымдалулардың сипаттамасы

- Жеке құрамның сәулелік зақымдауы ЯҚ қолданған және ағзаның ішкі ортасына радионуклидтердің енуі мен сыртқы сәулеленудің нәтижесінде радиационды объектілерде техногенді авариялар салдары болуы мүмкін. Осы кезде туындайды:

- 1. Сырттан сәулелену салдарынан сәулелә зақымдалы:

- жалпы сәулелену салдарынан зақымдалу;

- Сыртқы сәулеленуден жергілікті сәулелі зақымдалу

- 2. Радионуклидтермен дене бетінің сырттай зақымдалу

- 3. Ішкі радиоактивті зақымдалу

*Сыртқы сәулелену салдарынан сәулелі зақымдалу.*

Сырттан сәулелену кезінде сәулелену көзі сәулеленген объектілерден қашықтықта орналасады. Сыртқы сәулелену нәтижесінде жалпы және жергілікті сәулелі зақымдалу болып табылады. Сыртқы сәулеленуден сәулелі зақымдалудың ағымының ерекшелігі сәулелену түрі, мөлшерімен, сіңірілген мөлшерінің дене көлеміндегі таралуымен және уақытпен анықталады.

- *Сыртқы сәулеленуден зақымдалудың ажыратылуы \*
- Сәулелі зақымдалудың әсер етуіне байланысты:
  - - гамма- немесе рентген сәулелерден;
  - - нейтрон сәулелерден;
  - - бета – сәулелерден.
- *Рентген және гамма-сәулелер, соған қоса жоғарғы энергиялы нейтрондар* барлық тіндерге жоғрғы ену қабілетмен және зақымдаушы әсерімен сипатталады. Жалпы сәулелену кезінде жіті сәуелі ауру дамиды (ОЛБ).
- *Бета – сәулелену* жоғары емес ену белсенділікке ие, содан ол тері мен шырышты қабатының ғана зақымдалу себебі болады.

## *Сыртқы сәулеленуден ЖСА патогендік ажыратылуы*

Клиникалық түрі	Ауырлық дәрежесі	Мөлшері, Гр 30%)
Сүйеккеміктік	1 (жеңіл)	1 – 2
Сүйеккеміктік	2 (орташа)	2 - 4
Сүйеккеміктік	3 (ауыр)	4 - 6
Сүйеккеміктік (аралық)	4 (аса ауыр)	6 – 10
Ішектік	-	10 – 20
Токсемиялық (тамырлық)	-	20 – 50
Церебральды	-	50 жоғары

- *Сіңірілген мөлшердің таралу сипатына байланысты* тері көлемінде ажыратылады:
  - тең мөлшерде және түрлі мөлшерде ажыратылатын жалпы сәулелену,
  - локальді.
- *Сәулелі зақымдалулар уақыты бойынша ажыратылады:*
  - бір ретті
  - фракционды.
- *Мөлшерді толтырудың жалпы ұзақтығына байланысты ажыратылады:*
  - қысқауақытты;
  - пролонгирленген;
  - созылмалы.
- *Сәулелену ұзақтығына байланысты сәулелі зақымдалулар ажыратылады:*
  - жіті (1 -1,5 апта бойы мөлшері);
  - созылыңқы;
  - созылмалы (бірнеше айлардан асатын)

# Жалпы сәулелену нәтижесінде сәулелі зақымдалу

- *Жіті сәулелі ауру* (ОЛБ) – жалпы бірретті теңмөлшерде немесе салыстырмалы теңмөлшерде 1 Гр мөлшерінен аз рентген, гамма- және (немесе) нейтронды сәулелену нәтижесінде дамитын симптомкомплекс.
- Сүйеккеміктік форма ОЛБ 4 формасы бар:
- - сәулеленуге жалпы біріншілік реакция уақыты;
- - жасырын кезеңі (жалған жақсы кезеңі);
- - өршу кезеңі;
- - қалпына келу кезеңі

## Жалпы біріншілік реакция кезеңі

Су радиолізі нәтижесінде түзілетін еркін радикалдар өзара және оттегімен әсерлесіп, пероксидті қосылыстар мен радиотоксиндер түзе биомолекулаларды зақымдайды. Көбейетін жасушаларда митоздың тежелуі мен жасушалар өлімі байқалады. Олардың ыдырау өнімдері қанда айналып, соның салдарынан тамырлар қабырғасының өткізгіштігі жоғарыап, тамырлық тонус реттелуінің бұзылысы, құсу орталығының ынталандырылуы бұзылады.

- Осы кезеңнің симптомдарына диспепсиялық (құсу, лоқсу, бейтарап сәулелену кезінде - диарея) мен астеновегетативті (бас ауыру, әлсіздік, гиподинамия, гипотензия) синдромы тән.
- Перифериялық қанда –лимфоциттердің төмендеуі.
- Кезеңнің ұзақтығы сәулелену мөлшеріне байланысты
- *Жасырын кезеңі*
- Алғашқы реакция кезеңінің аяғында қаннан токсикалық заттар негізінен шығарылады.
- Қанда сәулеленуден кейінгі 5 күні формалық элементтердің деңгейі төмендей бастайды (өйткені физиологиялық азаюы сүеккемігіндегі есейген жасушалардың ағымымен компенсирленбейді– фаза «біріншілік босау»).
- Деңсаулығының жағдайының төмендеуіне шағымдар жоқ, әлсіздік, жұмысқа қабілеті сақталады.
- Жасырын кезең ұзақтығы азайған сайын, сәулелену мөлшерінің жоғарылығын көрсетеді. Жеңіл формада – 30 және одан жоғары, орташада – 15-30 тәулік, ауыр – 5-20 тәулік, аса ауыр жағдайда осы кезең болауы мүмкін

- Өршу кезеңі
- Оның басталуы қанжаушаларының саны критикалық деңгейден төмен түсуімен (нейтрофилдер үшін қалыпты деңгейден 15-20%, тромбоциттер үшін – 10-15%) шарттанған. Гранулоцитопения мен тромбоцитопения аутоинфекционды асқынулар мен геморрагиялық синдромның дамуына әкеледі.
- Жоғар аталғандармен бірге науқастарда токсемия, астения, зат алмасу бұзылыстары, вегетативті дистония, бактериемия және сепсис байқалады.
- Ауыр зақымдалуларда инфекциянды-септикалық асқынулар, гемопоздді қалпына келтіре алмау салдарынан, қанқұйылу мен қан кенуден летальды соңына әкелуі мүмкін. Кезеңнің ұзақтығы – 15-30 күн.

### *Қалпына келу сатысы*

- Гемопозддің біртіндеп қалпына келуі, инфекциялық асқынулардың тоқталуы, геморрагиялар мен ағзаның өзге қызметінің қалпына келуі тән. Сауығу баяу, асқыну кезеңдерімен 2-5 бастап 6-10 айға дейін өтеді.

### *Өмірін болжау*

ОЛБ жеңіл және орташа дәрежесінде – жақсы, ауырда – күмәнді болжауға болады.

- **Ішектік форма** ОЛБ 10-20 Гр мөлшеріндегі жалпы сәулеленуден дамиды. Сәулеленуден кейін бірапта бойы дамиды, ащы ішектің эпителийінің зақымдалуы мен бактерияларының өлуімен байланысты.
- Зақымдалудың механизмінде негізгі ролді эпителий жасушаларының тура радиационды зақымдалуы, ішек қабырғасының трофикасының бұзылуы, ішектің жылтыр мускулатурасының спазмы дамиды.
- Бастапқы сатысында бірінші күннен бастап диарея, АҚ төмендеуі (коллапсқа дейін), тері және шырышты қабатының эритемасы, дене  $t$  жоғарылайды, науқастар іштің, бұлшықет, буын, бас ауырсынуына шағымданады. Ұзақтығы – 2-3 күн
- Кейін жалпы жағдайының жақсарады, бірақ ауыру көріністері сақталады. Ұзақтығы–3 күн.
- Өршуі жалпы жағдайының жедел төмендеуімен ерекшеленеді: диарея күшейеді, дене  $t$  39-40 град.С жоғарылайды, сусыздану, интоксикация және эндогенді инфекциялар симптомдары. Сопор мен кома дамуы мүмкін. Өлім 2-2,5 аптасында қан кетуден, панцитопениялық синдромдан, екіншілік инфекцияның қосылуынан дамиды.



- **Токсемиялық форма** ОЛБ 20-50 Гр мөлшеріндегі сәулеленуден кейін дамиды
- Осы формаға парезбен және тамырлар қабырғасының өткізгіштігінің жоғарылауымен, тіндердің ыдырау өнімдерімен, радиотоксиндермен және ішек микрофлорасы токсиндерімен интоксикация салдарынан ауыр гемодинамикалық бұзылыстар дамиды.
- Токсемия ми қанайналымының бұзылысы мен ми ісінуімен шарттанған, оның прогрессирлеуші белгілері 4-7 күндері туындайтын өлімге дейін байқалады.
- **Церебральды форма** ОЛБ. Оның негізінде жүйке жасушаларының дисфункциясы мен өлімі 80-100 Гр мөлшердегі сәулеленуде туындаған тура радиациялық зақымдалуға тән. Сәулеленуден кейінгі бірнеше минут ішінде коллапс, айқын әлсіздік, атаксия, қалтырау дамиды. Аздаған жасырын кезеңнен кейін ми ісінуінің, психомоторлы қозу, дезориентация, тыныс пен тамырлық тонустың бұзылыстарының белгілері күшейеді. Өлім кома жағдайында сәулеленуден 1 – 3 күннен кейін туындайды.

# *Нейтрондармен зақымдалу ерекшелігі*

- Нейтронды зақымдалу кезінде қан түзу жүйесінен гөрі, ішек эпителийлері көбірек заымдалады.
- ОЛБ ағымының ерекшелігі:
  - - сәулеленуге біріншілік реакцияның айқындылығы;
  - - біріншілік реакция кезінде терең лимфопения;
  - - сәулелену көзіне бағытталған дене бөлігінің мүшелері мен тіндерінің аса ауыр зақымдалу белгілері;
  - - нейтрондардың тамыр қабырғасын тікелей зақымдалу салдарынан айқын қан кету.

## ***Жалпы сәулеленудің аластаған салдары***

- ОЛБ басынан өткізген науқастарда ұзақ уақыт бойы, кейде өмір бойы, қалдықтық құбылыстар сақталып, аластаған салдары дамуы мүмкін. Қалдықтық құбылыстар гипоплазиямен, қатты айқын сәулелену кезінде зақымдалған тіндер дистрофиясымен көрініс береді. Оларға қарағанда аластаған салдар – көріністері жіті сатысында болмаған патологиялық процесстердің дамуы. Сәулеленгендер тұқымында жасуша мутациясы салдарынан генетикалық салдары байқалуы мүмкін.
- Аластаған салдар қатарына жатады:
- - ісікті емес аластаған әсерлер (астено – невротикалық синдром, вегето – тамырлық дистония, эндокринді мүшелердің қызметінің төмендеуі);
- - канцерогенді әсерлер (5-35жылдан кейін);
- - өмір сүру жасының қысқаруы (бір ретті 1 Гр сәулелену кезінде 100 бастап 1000 күн және 8 күн – созылмалыда. Дәрігер-рентгенологтардың өмір сүру жасы 5-6 жылға қысқарған. Лейкоздан өлу мүмкіншілігі – сәулеленбегендерге қарағанда үш есе жоғары).