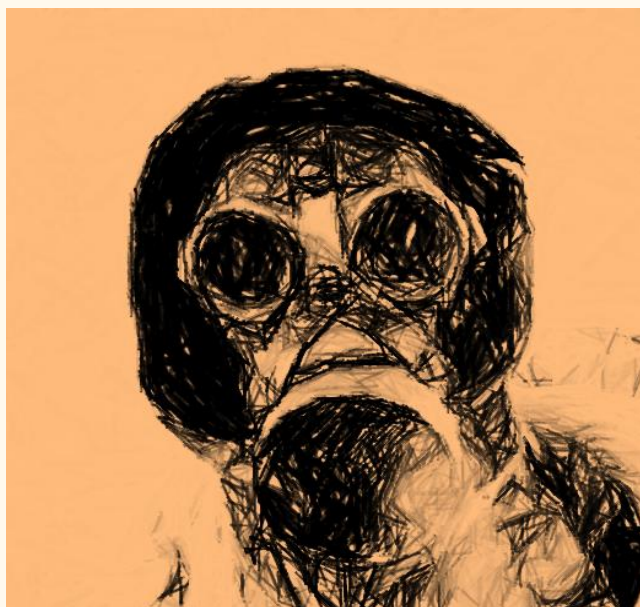


Вирус - Биологийн зэвсэг

АШУУИС-ийн Тархи судлалын хүрээлэнгийн захирал АУ-ы доктор Л.Баттүвшин



- **Коронавирусыг лабораторид хиймлээр угсарч болно.**
- Хүн байнга вирусын халдварт өртдөг.
- Вирусээр халдварлагдсан эс уг вирусыг хуулбарлаж олшруулах үйлдвэр болж хувирдаг.
- Хүний бие вирусын эсрэг дархлааны системтэй.
- Хамгийн аюултай вирусууд: Эболавирус, Марбургвирус, ХДХВ, цэцэг өвчин үүсгэгч вирус, галзуу өвчин үүсгэгч вирус, Дэнгвирус, Коронавирус
- Хамгийн хөгшин вирус /pithovirus/ 30 мянган жилийн настай.

Зургийн эх сурвалж: gifhy.com

- Шинэ коронавирус биологийн зэвсэг мөн үү?

Энэ асуултанд хариулт өгөхөд арай л эрт байна. Гэхдээ үгүйсгэж болохгүй. Яг одоо дэлхийн 177 орны 680,695 хүнд халдварлаж 31,947 үхэл дагуулж байгаа /2020 оны 3 сарын 29-ний өдрийн байдлаар/ КОВИД-19 цар тахлын үүсгэгч шинэ коронавирус-2 /SARS-CoV-2/-ын анхдагч эх үүсвэрийг олж тогтоогоогүй байна. БНХАУ-ын Ухань хотын Далайн амьтны зах дээр зарагдаж байсан сарьсан багваахайнаас анх хүнд халдварласан уу эсвэл уг захаас 280 метрийн зайнд байрладаг “Ухань хотын халдварт өвчнөөс урьдчилан сэргийлэх, хянах төв”, эсвэл тэндээс холгүй байдаг “Ухань хотын вирус судлалын хүрээлэн”-гийн лабораториудаас вирус алдагдаж хүнд халдварласан уу гэдэг дээр тандалт судалгаа хийж байна. Энэ цар тахлыг Америкууд зориудаар Хятадад тараасан гэж БНХАУ-ын Гадаад явдлын яамны түшмэл Лижиан Жао мэдэгдэл хийж байхад нөгөө талаас АНУ-ын Арканзас мужийн сенатор Том Коттон Хятадыг буруутган Уханьд байрладаг маш нууц биохимийн лабораториос гаралтай халдвар хэмээн хэвлэл мэдээллээр мэдэгдэж байх юм^{1, 2, 3, 4}. Хэдийгээр аль аль нь нотлох баримтгүй, хуйвалдааны онолоор асуудалд хандаж байгаа хэдий ч вирусыг хөнөөлт зэвсгийн зорилгоор лабораторид бүтээж, цааш нь биологийн зэвсгийн зорилгоор тараах боломжтой гэдгийг хоёулаа үгүйсгэхгүй байгаа нь үндэслэлтэй юм. Учир нь вирусыг өөрчилж илүү хөнөөлтэй эсвэл хөнөөл багатай болгох аргыг хүн

төрөлхтөн аль хэдийн мэддэг болж. Тэр байтугай 9 мянга гаруй вирусыг лабораторид хиймлээр бүтээсний дунд SHC014 гэж нэрлэгдсэн коронавирус хүртэл байна. Энэ вирус нь 2008 онд бүрэн синтетик буюу лабораторийн нөхцөлд бодис урвалжаар угсарч гаргасан вирус бөгөөд хүний эс, амьд хулганад халдварлах чадвартай⁵. Харин яг одоо дэгдээд байгаа шинэ коронавирус-2 нь хүнд халддаг 7 янзын коронавирусын нэг гэж тогтоогдсон боловч гарал үүсэл нь одоо хүртэл тодорхойгүй байна.

- Хамгийн аюултай вирусыг хамгийн амархан тархдаг вирустай нийлүүлж супер биологийн зэвсэг бүтээх боломжтой юу?

Харин аз болоход одоохондоо хамгийн аюултай гэгддэг эболавирус ба хамгийн амархан тархдаг коронавирус хоёрыг нэгтгэж маш хөнөөлт супер вирусыг гаргах аргыг хэн ч олоогүй бас ийм вирус байгаль дээр өөрөө үүсэх боломжгүй юм. Яагаад гэдгийг ойлгохын тулд вирусын тухай жаахан судлаад үзье л дээ.

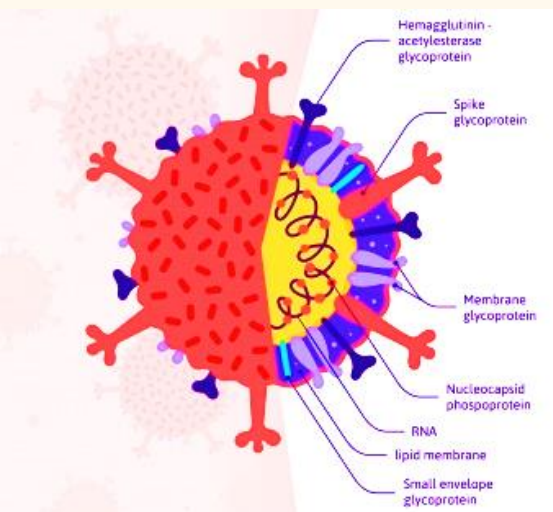
Вирусын үүсэл

Вирус гэдэг нэршил нь хор гэсэн утгатай латин үгнээс гаралтай. Вирус бол энгийн бүтэцтэй мөртлөө маш нууцлаг биет. Тэр байтугай бид гарал үүслийг нь ч мэдэхгүй байна. 14 тэрбум жилийн тэртээх Биг Бангаас үүсэлтэй Дэлхий гэдэг гариг 4,5 тэрбум жилийн өмнө бүрэлдэж тогтсоны дараа усан бүрхүүлтэй болтол 200 сая жил үргэлжилсэн. Үүний дараа л 4,2-3,4 тэрбум жилийн өмнө анхны амьд биетүүд үзэгдэх болсон нь бактери, археа зэрэг нэг эст бүдүүлэг биетүүд байсан гэдгийг палеонтологи, молекул биологийн судалгаанууд баталдаг^{6,7}. Гэтэл эдгээр нэг эст биетүүдээс хамаагүй жижиг бас энгийн бүтэцтэй вирусын ул мөрийг молекул биологийн судалгаагаар багцаалж үзэхэд 1,5 тэрбум жилийн өмнө анхны вирус үүссэн байх магадлалтай байгаа юм⁸. Энэ нь хувьслын онолын хувьд маш хачирхалтай. Учир нь хувьслын онолоор аливаа амьд биетийн бүтэц энгийнээс нарийн нийлмэл рүү ялгаран хөгждөг. Гэтэл вирусын бүтцийг харвал маш энгийн мөртлөө бактери, археа, эукариотоос сүүлд үүссэн болж таараад байдаг. Үүнээс гадна бүтцийн хувьд вирус нь эсийн зохион байгуулалтгүй учраас бидний баримталдаг тулгуур үзэл баримтлалаар вирусыг амьд биет гэж тодорхойлоход хүндрэлтэй болгож байна. Вирус нь амьд биет үүгүй юу гэдгийг тодорхойлохын тулд бид "амьдрал" гэж юу вэ гэдгийг сайн ойлгох хэрэгтэй. Бүх амьд организмууд хэд хэдэн үндсэн шинж чанарыг харуулдаг гэдэгтэй биологичид ерөнхийдөө санал нийлдэг. Үүнд ургах, нөхөн үржих, дотоод бодисын солилцоог хадгалах, гадны цочролд хариу үйлдэл үзүүлэх, энергийн солилцоог явуулах бүтэц үйл ажиллагаатай байх гэсэн шинж чанарууд багтана. Үүнээс гадна амьд организмын популяци цаг хугацааны явцад хувьсан өөрчлөгдөж байдаг. Тиймээс зарим эрдэмтэд вирус нь заавал өөр нэг амьд биетийг ашиглаж үржиж олширдог, бас эсийн бүтэцгүй, бодисын солилцоогүй, энергийн солилцоогүй, гадны цочролд хариу урвал үзүүлэх чадваргүй байдаг учраас амьд биет биш гэж үздэг. Харин зарим эрдэмтэд вирусыг амьд биет гэж үздэг. Учир нь генетикийн материалыг тээж, нөхөн үржиж, хувьсаж өөрчлөгдөж чаддаг шинж чанартай тул амьгүй биетээс ялгаатай гэж үздэг. Гэтэл 2003 онд нээгдсэн мимивирус хэмээх аварга вирус зарим үзүүлэлтээрээ бактериас ч илүү байгаа нь мэдэгдэв. Үүнээс гадна амьдралыг зөвхөн эсийн

бүтцэт биетээр хязгаарлахгүй гэвэл вирусээс ч жижиг боловч амьд эсийн дотор үржиж олшрох чадвартай вирийд, сателлит, прион, нанобе зэрэг биетүүд олдоод байна^{9, 10, 11, 12, 13}.

Геномиксийн сүүлийн үеийн судалгаагаар вирус дэлхий дээрх хамгийн элбэг биологийн биетүүд болохыг тогтоосон. Тэд бол ер бусын олон янз байдлыг харуулж, дэлхийн бараг бүх орчинд дасан зохицож чадсан биологийн тоглогчид хэмээн тооцогддог. Дэлхий дээр нийт 10^{31} ширхэг вирус байна гэж таамагладаг. Одоогийн байдлаар тэдгээр вирусын 10% гаруй хувийг л олж тодорхойлсон бөгөөд 1 аймгийн 1 хүрээний 2 дэд хүрээний 6 ангийн 14 багийн 150 овгийн 1019 төрлийн 5560 зүйлийн вирус бүртгэгдсэн байна. 70 кг жинтэй хүний биед дунджаар 10^{12} эс байдаг, 10^{13} бактери байдаг гэвэл дор хаяж 10^{14} вирус байх боломжтой юм¹⁴. Метагеномиксийн судалгаагаар шинэ вирусууд байнга нээгдэж байна. Вирусын хувьсал байгалийн шалгарлаар маш олон янзаар бас хурдтайгаар өрнөдөг учраас шинэ шинэ төрөл зүйлүүд үүсэх, эмэнд тэсвэртэй вирусууд байгалийн жамаар үүсэх боломжтой юм. Үүнийг ойлгохын тулд вирусын бүтэц, амьдралын мөчлөгийг судлах хэрэгтэй.

Вирусын бүтэц



Зураг 1. Шинэ коронавирусын бүтэц

Голд нь байгаа цагирагласан олс хэлбэрийн бүтэц нь генетикийн материал буюу РНХ юм /RNA/.

РНХ-ийн гадуурх олон янзын бүтэц нь гадна талын бүрхүүл /lipid membrane, membrane glycoprotein, small envelope glycoprotein/ бөгөөд гадагш чиглэсэн арзгар өргөс хэлбэрийн үзүүрүүд /spike glycoprotein, hemagglutinin acetyltransferase glycoprotein/ нь эсийн мембрантай холбогдох үүрэгтэй.

Зургийн эх сурвалж: pngtree.com

Ер нь вирус нь хоёр хэсгээс бүрдэнэ. Нэг хэсэг нь генетикийн материал /геном/ буюу өөрийгөө олшруулах команд агуулсан дезоксирибонуклеотидын хүчил /ДНХ/, рибонуклеотидын хүчил /РНХ/ юм. Нөгөө хэсэг нь гадна талын бүрхүүл. Энэ нь генетикийн материалыг хамгаалдаг бас зарим тохиолдолд хүлээн авагч эстэй холбогдоход оролцдог. Хэрэв вирус ямар нэг амьд эстэй холбогдвол ДНХ, РНХ нь эсийн дотор ормогцоо уг эсийг ашиглан шинээр өөрийгөө хуулбарлан олшруулж эхэлдэг. Шинэ вирусууд дахиж эргэн тойрны эсүүд рүүгээ халдварлана. Энэ цааш тасралтгүй үргэлжлэх бөгөөд нэг бол уг биет вирусыг дийлнэ эсвэл вирус уг биетийг үхүүлдэг. Вирус нь амьтан, ургамлаас эхлээд бактери, мөөгөнцөр, замаг, археа зэрэг амьдралын бүх хэлбэрт халдварлаж чаддаг. Вирус нь маш жижиг, бактериас 100 дахин бага буюу ойролцоогоор 100 нанометрийн хэмжээтэй байдаг учраас энгийн микроскопоос харах боломжгүй, тиймээс анхны вирусыг 1890-ээд онд

нээснээс хойш 33 жилийн дараа вирусын анхны зургийг электрон микроскопын тусламжтайгаар авч байжээ. Дотроо ямар генетикийн материал агуулж байгаагаар нь ДНХ вирус ба РНХ вирус гэж хоёр ангилдаг. Жишээлбэл ханиадны вирус/*rhinovirus*/, томууны вирус */influenzavirus/*, коронавирус */coronavirus/*, эболавирус */ebolavirus/* РНХ агуулдаг байхад герпес вирус */herpesvirus/*, папиллома вирус */papillomavirus/*, аденовирус */adenovirus/* ДНХ агуулдаг. Амьд эсэд орсон РНХ вирус уг эсийн бөөм руу нэвтрэхгүйгээр цитоплазм доторх уураг нийлэгжүүлэх механизмыг ашиглан шууд өөрийгөө хуулбарлаж олширч эхэлдэг. ДНХ вирус бол эхлээд амьд эсийн мембраныг дараа нь бөөмийг нь нэвтэлж орж байж хуулбарлаж эхэлдэг байна. Үржиж олширсон вирусүүд нь эсээс гадагшлахдаа эсийн үйл ажиллагааг алдагдуулж үхүүлдэг эсвэл уг эсийг хавдрын эс болгож хувиргадаг. Зарим вирус эсэд халдварласныхаа дараа идэвхжихгүй хэдэн өдөр, сар, жилээр ч байж болдог.

Вирусын тархалт

Вирусүүд олон янзаар тархдаг. Ямар замаар халдварлах нь вирусын гадна бүрхүүл дээр байрлах холбогч уураг хүн эсвэл бусад амьд биетийн эсийн мембранд байрлах ямар уурагтай холбогдох чадвартай байхаас хамаардаг. Жишээлбэл галзуу өвчнийг үүсгэгч лиссавирус чоно, нохой, сарьсан багваахай зэрэг амьтнаас хүнд дамжин халдварладаг. Томуугийн вирус нь агаар дуслын замаар буюу өвчтэй хүнийг ханиаж найтаахад агаарт дэгдэж өөр хүний уушгинд нэвтэрч тархдаг. Суулгалт үүсгэдэг норовирус ба ротавирус нь өтгөн-амны замаар буюу халдварлагдсан хоол хүнс, усаар тархдаг. Хүний дархлал хомсдолын вирус */ХДХВ/* парэнтераль замаар буюу бэлгийн хавьтал, цусан бүтээгдэхүүнээр дамжиж тархдаг.

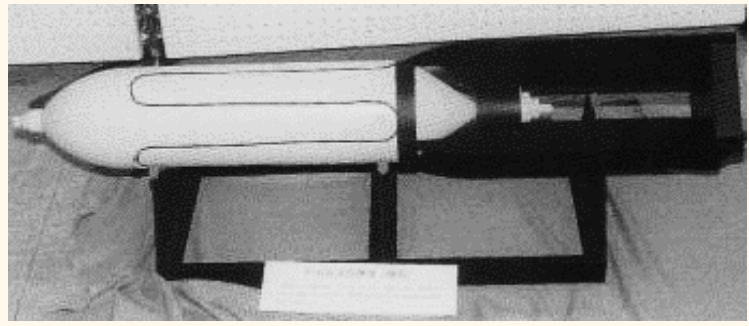
Вирус нь ханиад, томуу, салхин цэцэг, ДОХ, галзуу, герпес, улаан бурхан зэрэг олон өвчний үүсгэгч болдог. Эдгээр өвчнүүд хүний биеийн эрхтэн тогтолцоог гэмтээж үрэвсэл, халууралт, үхэлд хүргэдэг цочмог халдварт өвчнүүд юм. Ихэнх вирусын шалтгаант үрэвсэл өндөр халууралт, амьсгалын дутагдал, суулгалт, толгой өвдөлт, ядралт зэрэг шинж тэмдэгээр илэрдэг. Гоц халдварт хоруу чанар ихтэй өвчнүүд жишээ нь цагаан цэцэг өвчин дэгдэж олон хүний аминд хүрч байсныг Мисир, Энэтхэг, Хятад, Ром, Япон, Монгол зэрэг улсуудын түүхийн сурвалж бичгүүдэд тэмдэглэжээ. Америк тивийг нээсний дараа нутгийн уугуул иргэд болох индианууд цагаан цэцэг, цусан суулгалт зэрэг өвчний эсрэг дархлаагүйн улмаас хүн амын 80-90% нь хиарч байсан түүхтэй. Монголын эзэнт гүрний сүүлчийн хаан Лигдэн хаан 1643 онд цагаан цэцэг өвчнөөр тэнгэрт хальсныг бид мэднэ.

68 мянган жилийн өмнөөс тархсан цагаан цэцэг өвчнөөр 25 орчим сая хүн, 5 мянган жилийн өмнөөс тархсан тарваган тахал өвчнөөр 300 сая гаруй хүн, 2.4 мянган жилийн өмнөөс тэмдэглэгдсэн томуугаар 100 гаруй сая хүн, 1981 онд тодорхойлогдсон ДОХ-оор 32 гаруй сая хүн нас барсан мэдээлэл байдаг¹⁵.

Вирус - Биотерроризм



Зураг 2а. Боомын бактери агуулсан ёотон - биологийн зэвсэг. Дэлхийн 1-р дайны үед хэрэглэгдэж байв. Эх сурвалж: nature.com/articles/31612



Зураг 2б. Тарваган тахлын үүсгэгч бактери /бөөс/ агуулсан шаазан тэсрэх бөмбөг – биологийн зэвсэг. Дэлхийн 2-р дайны үед хэрэглэгдэж байв. Эх сурвалж: people.bu.edu

Хүн төрөлхтөн эрт дээр үеээс дайн байлдаанд өвчин үүсгэгч ашиглаж байж. Ассирууд хортой мөөг, хититүүд тулареми, эртний ромчууд татран, харин хүннү, монголчууд тарваган тахлын халдварыг дайнд амжилттай хэрэглэдэг байв. 18 зуунд гэхэд Их Британийн арми Хойд Америкийн уугуул иргэдтэй хийсэн дайны үед цагаан цэцэг өвчний халдвар агуулсан бэлэг сэлтийг биологийн зэвсэг болгон ашиглаж уугуул иргэдийн дунд тараасан баримт байдаг. 19-р зууны сүүлээс Л.Пастер, Р.Кох зэрэг эрдэмтэд халдварт өвчнийг үхсэн амьтдын сэг зэмээс бохирдсон агаараар дамждаг гэсэн онолд няцаалт өгч заавал өвчин үүсгэгч бичил биет байдаг гэдэг онолыг гаргаж ирснээр бичил амь судлал, дагаад биологийн зэвсгийн алтан үе эхэлсэн юм. Дэлхийн 1-р дайнд хүн рүү чиглэсэн биологийн зэвсэгт боомын бактери /*Bacillus anthracis*/, цэргийн хүнсний зориулалттай мал руу чиглэсэн биологийн зэвсэгт адууны ям өвчний бактерийг /*Burkholderia mallei*/ өргөн ашиглаж эхэлжээ¹⁶. Улмаар 1925 онд Женевийн протоколоор биологийн ба химийн зэвсэг хэрэглэхийг хориглосон боловч 2-р дайн гэхэд Герман, Англи, Америк, ЗХУ, Япон, Франц зэрэг орнууд аль хэдийн нууцаар биологийн зэвсэг үйлдвэрлээд эхэлчихсэн байлаа. 1972 оны Биологийн зэвсгийг хориглох конвенц батлагдсанаас хойш улс орнууд цэргийн зориулалттай нууц лаборатори байгуулах гэхээс илүүтэйгээр биологийн зэвсэгт халдлагаас хамгаалах буюу биотерроризмын эсрэг судалгаа хийх зорилгоор үндэсний стратеги хөтөлбөрүүд хэрэгжүүлж олон тооны судалгааны хүрээлэн, төвүүдийг үүсгэн байгуулах болжээ.

Японы эзэн хааны армийн 731-р анги



Зураг 3а. Японы эзэн хааны армийн 731-р ангийн захирагч Иший Широ. Биологийн зэвсэг бүтээх туршилт хийж байсан. Эх сурвалж: wikipedia.org



Зураг 3б. Японы эзэн хааны 731-р ангид хүн дээр олон янзын харгис туршилт хийгдэж байсан гэж таамагладаг.

Эх сурвалж: skycitygallery.com/japan/japan.html

Дэлхийн 2-р дайны үед Японы эзэнт гүрэн биологийн зэвсэг үйлдвэрлэлтээр дэлхийд тэргүүлэх болсон байна. 1935-1945 онд Манжуурын Харбин хотод байрлаж байсан “Халдварт өвчнөөс урьдчилан сэргийлэх, ус цэвэршүүлэх газар”-т тарваган тахал, холери, цусан суулга, сүрьеэ, боом өвчний бактери өсгөвөрлөх, туршилтын амьтан дээр турших, вакцин гаргах зорилготой 300 гаруй судлаач ажилладаг том лаборатори байсныг Японы эзэн хааны армийн 731-р ангийн хими, биологийн зэвсгийн туршилт, үйлдвэрлэлийн төв байсан гэж зарим судлаачид дүгнэдэг. Тэнд биологийн зэвсгийг амьтан дээр туршихаас гадна хүн дээр туршдаг, өсгөвөрлөөд тусгай бөмбөг бүтээдэг, түүнийгээ Хятадын хотуудад нууцаар хаяж ойролцоогоор 100 гаруй мянган хүний амь насанд хүрсэн, Халхын голын дайны үед худаг ус хордуулж байсан гэж мэдээлсэн байна¹⁷. Тухайн үед вирусын судалгаа бактрерийн судалгаанаас илүү төвөгтэй, судалгааны арга аргачлал тодорхойгүй байснаас зөвхөн вирусууд дотроос зөвхөн цагаан цэцэг өвчний үүсгэгч вирусыг /variola major et minor/ туршилтанд хэрэглэж байсан байж магадгүй гэж үздэг. Энэ ангитай холбоотой хүн дээр хийгдэж байсан олон янзын харгис туршилтуудын тухай батлагдаагүй мэдээлэл их байдаг¹⁷.

ЗХУ-ын биологийн зэвсгийн хөтөлбөр

ЗХУ-ын биологийн зэвсгийн хөтөлбөр 1921-1971 онд судалгааны лабораторийн түвшинд үүсгэн байгуулагдаж, ихэвчлэн тарваган тахал, тулареми, коксиела, боомын бактери, Венесуэлийн адууны энцефалитийн вирус, цагаан цэцгийн вирус дээр судалгаа хийж байв. 1972 оноос 1992 оныг хүртэл биотерроризмын эсрэг судалгааг Батлан хамгаалах яамны 15-р хэлтсийн удирдлагаар “Фермент-хүний эсрэг чиглэсэн биологийн зэвсэг”, “Экологи-амьтан, ургамлын эсрэг чиглэсэн биологийн зэвсэг” гэдэг нууц код бүхий 2 хөтөлбөр хэрэгжүүлж, генетикийн судалгааны арга ашигладаг 14 хүрээлэн, төвүүдийг байгуулж байжээ. Үүнд Кировын Микробиологийн хүрээлэн /бактерийн гаралтай патоген/

Загорскийн Вирус судлалын хүрээлэн /вирусын гаралтай патоген/, Свердловскийн Цэргийн техникийн хүрээлэн /патоген үйлдвэрлэл/, Узбекистаны Арал тэнгисийн Возрождение арлын Аральск-7 фабрик /агаарын довтолгооны полигон/, Оболенскийн Хэрэглээний микробиологийн хүрээлэн /бактерийн гаралтай патоген/, Кольцовогийн Молекул биологийн “Вектор” хүрээлэн /вирусын гаралтай патоген/, Ленинградын Маш цэвэр биопрепаратын хүрээлэн /пептид үйлдвэрлэл/, Любучаны Иммунологи инженерийн хүрээлэн /вакцин, иммунологийн судалгаа/, Казакстаны Степногорскийн Эрчимжүүлсэн шинжлэх ухаан, үйлдвэрлэлийн төв /ургамал өсгөвөрлөл, үйлдвэрлэл/, Владимерын Бүх холбоотын шинжлэх ухааны судалгааны Хөл-амны өвчин судлалын хүрээлэн /хөл-амны өвчин үүсгэгч вирус, Африкийн гахайн халууралт өвчин үүсгэгч вирус, үхрийн тахал өвчин үүсгэгч вирус/, Покровын Бүх холбоотын шинжлэх ухааны судалгааны Вирус судлал, микробиологийн хүрээлэн /боомын бактери/, Казакстаны Отарын Хөдөө аж ахуйн судалгааны хүрээлэн /малын цэцэг өвчин үүсгэгч вирус/, Голицыногийн Фитопатологийн судалгааны хүрээлэн /ургацын эсрэг патоген/, Узбекистаны Ташкентийн Фитопатологийн судалгааны хүрээлэн /ургацын эсрэг патоген/ зэрэг хүрээлэн багтаж байж. Эдгээр судалгааны хүрээлэнгүүдэд дээрх патогенүүдийг судлахаас гадна нэмээд Марбургийн вирус, цагаан цэцэг өвчин үүсгэгч вирусийг идэвхтэй судалдаг байв¹⁸.

АНУ-ын биологийн зэвсгийн хөтөлбөр

АНУ 1941 онд биологийн зэвсгийн судалгааг эхлүүлсэн түүхтэй бөгөөд 1943 оноос иргэний зориулалттай их сургууль, хүрээлэнгээс тусад нь гаргаж Мариланд мужийн Детрик боомтонд албан ёсоор үүсгэн байгуулсан. Тэнд ихэвчлэн тулареми, бруцеллөз, коксиела, стафилококк, хижиг, боомын бактери, ургац устгах мөөгөнцөр, Венесуэлийн адууны энцефалитийн вирус, шар халууралт, цагаан цэцгийн вирус дээр судалгаа хийж байв. 1969 оноос биологийн зэвсгээс татгалзсан, энхийн зорилгоор судалгаа хийдэг гэж зарласан. Үүнээс хойш хоруу чанар багатай *erratia marcescens*, *macillus globigii* зэрэг бактериудыг, *aspergillus fumigatus* зэрэг мөөгөнцрийг биологийн симулянт, цайр-кадми-хүхрийн холимогийг биологийн бус симулянт болгон хэрэглэдэг гэж мэдээлсэн байна¹⁹. Америкууд судалгаандаа цус алдалт, халууралт үүсгэдэг гоц халдварт вирусуудыг болон Рифт хөндийн вирус, үхрийн галзуу өвчний вирус, Африкийн гахайн хижгийн вирус, хөх хэлний вирус, үхрийн ханиад, үхрийн суулгалт, шувууны ханиад, ямааны хатгаа, Ньюкастлын хоруут өвчин, хонины цэцэг, Индианы визикүловирус, Тешерс өвчний вирус, “Н” вирус зэрэг ховор, хоруут чанар өндөртэй гоц халдварт өвчин үүсгэгч вирусуудыг идэвхтэй ашиглаж байгаад зогсоосон гэж мэдээлдэг. Гэвч Кубад 1971 онд дэгдсэн Африкийн гахайн хижгээр 500 мянган гахай хорогдож, 1981 оны дэнг вирусын халдвараар 300 мянган хүн өвдөж 158 хүн нас барсан бөгөөд үүнийг АНУ-ын биологийн зэвсгийн халдлага байсан гэж гомдол гаргажээ. АНУ-ын Клир Вижн, Баккус, Жефферсон зэрэг төслүүд нь цагаан цэцгийн вирус, түүнийг үйлдвэрлэх, бөмбөг бүтээх, вакцин үйлдвэрлэх үйл ажиллагаатай холбоотой гэсэн мэдээлэл байдаг²⁰.

АНУ-ын биологийн зэвсгээс хамгаалах хөтөлбөр нь дотроо биологийн зэвсгийг бууруулах, биологийн зэвсгийг тандах, биологийн аюулгүй байдлыг хамгаалах, биологийн шалтгаант гамшгаас сэргийлэх дэд хөтөлбөрүүдэд хуваагдах бөгөөд 20 орчим үндэсний хэмжээний хөтөлбөр, стратеги, төсөл багтдаг. Тус улсын хэрэгжүүлэгч гол агентлагууд нь Улсын аюулгүй байдлын газар /Холбооны газар нь манай яамтай дүйцнэ/, Улсын үндэсний тагнуулын газар, Улсын батлан хамгаалах газар, Улсын эрүүл мэнд, нийгмийн үйлчилгээний газар бөгөөд дотроо Химийн ба биологийн зэвсгээс хамгаалах хэлтэс, Үндэсний биотандалтын нэгдсэн төв, Улсын аюулгүй байдлын газрын эрүүл мэндийн асуудал эрхэлсэн хэлтэс, Агаарын замаар тархах биотерроризмын эсрэг төв, Үй олноор устгах зэвсгээс хамгаалах үндэсний төв, Цар тахал, гамшгаас хамгаалах онцгой байдлын хэлтэс, Хор ба биологийн тусгай бодис /биологийн зэвсэг/ хариуцсан хэлтэс, Үндэсний биоаюулгүй байдлын шинжлэх ухааны зөвлөх баг, Үй олноор хөнөөх зэвсгийн аюулыг бууруулах агентлаг, Анагаах ухааны тагнуулын үндэсний төв зэрэг улсын зэрэглэлийн байгууллагууд дээр төвлөрдөг. Биологийн зэвсгээс хамгаалах судалгааны хүрээлэн лабораториуд нь цэргийн ба иргэний гэсэн хоёр үндсэн хэсэгтэй бөгөөд цэргийн зориулалттай судалгааны байгууллагуудад нь Биологийн судалгааны агентлаг хоорондын үндэсний нэгдлийн /NICBR/ харьяа АНУ-ын Армийн Анагаах ухааны судалгаа, материалын команд, Усан цэргийн Анагаах ухааны судалгааны төв, Үндэсний аюулгүй байдлын газрын Шинжлэх ухаан технологийн хэлтэс, Үндэсний аюулгүй байдлын газрын Өвчнийг хянах урьдчилан сэргийлэх төв /CDC/, Халдварт өвчин, харшил судлалын үндэсний төв, Хавдар судлалын үндэсний төв, Хоол ба эмийн бодисын бүртгэлийн газар /FDA/, Хөдөө аж ахуйн судалгааны агентлаг, Биоаюулгүй байдлын судалгааны үндэсний төв, Үндэсний биоаюулгүй байдал, анагаах ухааны сөрөг тагнуулын нэгдсэн төв, АНУ-ын Армийн Халдварт өвчин судлалын анагаах ухааны хүрээлэн, Батлан хамгаалахын ахисан төвшний судалгааны агентлаг /DARPA/, Эжвүүд Химийн ба биологийн зэвсгээс хамгаалах судалгааны төв, Тагнуулын төв газрын Шинжлэх ухаан технологийн хэлтэс, Дагвэй туршилтын талбай зэрэг объектууд албан ёсоор багтдаг. Харин иргэнийг биологийн зэвсгээс хамгаалах судалгааны байгууллагуудад нь Биоанагаах ухааны ахисан төвшний судалгаа, хөгжлийн агентлаг /BARDA/, Гальвестоны үндэсний лаборатори, Нью-Йоркын Плам арлын Амьтны өвчин судлалын төв /PIADCNY/, Үндэсний эрүүл мэндийн хүрээлэнгийн Интегратив судалгааны факультет, Хөдөө аж ахуйн судалгааны агентлагийн судалгааны лаборатори, Биотерроризмын эсрэг яаралтай хариу үзүүлэх ахисан төвшний технологийн лаборатори, зэрэг байгууллагууд багтах аас гадна төрийн бус байгууллагууд чухал үүрэг гүйцэтгэдэг. Үүнд: Жонс-Хопкинсын Эрүүл мэндийн аюулгүй байдлын төв /хуучнаар Биоаюулгүй байдлын төв/, Жонс-Хопкинсын Биологийн зэвсгээс иргэнийг хамгаалах стратеги судлалын төв, Хенри Л.Стимсоны төв, Бичил биетний үүсгэх эрсдлийг үнэлэх ахисан төвний төв, Браун их сургуулийн Биохамгаалалт, шинэ патогенийн судалгааны төв, Атлантын дунд бүсийн Биохамгаалалт, шинэ халдварт өвчин судлалын тэргүүлэх судалгааны төв, Рочестерийн их сургуулийн Биохамгаалалт дархлааны загвар судалгааны төв, Жорж Масоны их сургуулийн Биохамгаалал ба халдварт өвчин судлалын үндэсний төв зэрэг олон судалгааны хүрээлэн, төв, лабораториуд орно^{21, 22}. Эдгээр газруудад бүх төрлийн биологийн зэвсгээс хамгаалах судалгаа хийгдэж байгаагаас

вирусын шалтгаант гоц халдварт өвчний эмчилгээ, урьдчилан сэргийлэлт, вакцин үйлдвэрлэлтийн судалгаа багтдаг нь биологийн зэвсгээс хамгаалах хөтөлбөрийн чухал зорилтын нэг байдаг.

Орчин үеийн биологийн лаборатори – Биологийн зэвсгийн үйлдвэр

Орчин үед биоаюулгүйн 4-р зэргийн эрүүл ахуйн шаардлага хангадаг лаборатори л байгуулж чадаж байвал дэлхийн аль ч улсын аль ч их сургууль, академи, хүрээлэнгүүд бүх төрлийн гоц халдварт өвчин үүсгэдэг онц аюултай вирус, бактерийн судалгааг хийх чадвартай болчихоод байна. Ийм лабораторид вирус, бактери зэрэг прокариотын генетикийн материалыг хүссэнээрээ синтезлэж, цоо шинэ амьд биет үүсгэж чаддаг боллоо. Үүнийг амьд биетийг угсарч байна гэж ойлгосон ч болно. Хиймлээр гарган авсан вирус дээр вакцин, эм үйлдвэрлэх туршилтуудыг хийх боломжтой болсон.

Анх 2002 онд АНУ-д Э.Виммер тэргүүтэй эрдэмтэд анхны синтетик вирусыг угсарсан нь 7500 хос нуклеотид бүхий полиовирусын бүтэн геном байлаа²³. Энэ вирус нь полиомиелит гэдэг булчингийн хатингаршил үүсгэж үхэлд ч хүргэдэг халдварт өвчний үүсгэгч учраас Америкууд энхийн гэрээгээ зөрчиж биологийн зэвсэг бүтээсэн гэж олонтой шүүмжлүүлж, яг өмнө нь болсон 2001 оны Нью-Йорк хотын халдлагатай холбож сенцсаац болж байв. Гэхдээ энэ нь цэргийн зориулалттай нууц лабораторид биш харин Америкийн нэг мужийн их сургуулийн жижиг лабораторид хийгдсэн нь нэг талаас вирус судлалын үсрэнгүй хөгжлийг харуулахаас гадна нөгөө талаас вирусын гаралтай халдварт өвчний судалгааг эрчимжүүлэхгүй бол орчин үеийн биологийн лабораторитой улс орон ямар ч аюултай вирусыг үйлдвэрлэхэд бэлэн байна гэдгийг харууллаа.

Одоогийн байдлаар 9,240 вирусыг синтезлэж болох бөгөөд бүх протокол нь олон нийтэд нээлттэй байгаа юм. Энэ жагсаалт дотор хамгийн хөнөөлт гоц халдварт өвчнийг үүсгэгч цагаан цэцгийн вирусын геном ч байна. Синтетик болон генийн өөрчлөлттэй вирусыг биологи, анагаах ухааны маш олон туршилтанд хэрэглэх болсон нь энэ чиглэлийн бизнес хөгжиж микрочипт суурилсан ДНХ синтезлэдэг олон компани үүсэхэд нөлөөлсөн. Одоо зах зээл дээр 3,125 хос нуклеотидын геномтой элэгний Б вирусыг 100 доллараар синтезлэж байна. Захиалга өгвөл бараг ямар ч дурын вирусыг хиймлээр гаргаж авч болно. Гэхдээ энэ нь нийлмэл вирус гэсэн үг биш. Үүнээс гадна эрт дээр үед дэгдэж байсан халдварт өвчнүүдийн үүсгэгч вирусуудыг ч хиймлээр гаргаж авч болдог болж. Жишээ нь дээр дурдсан хамгийн хөнөөлт цар тахлын нэг болох Испаний томуугийн вирусыг 1918 онд уг өвчнөөр Аляскад нас барсан хүний мөнх цэвдэгт оршуулсан цогцосноос авч лабораторид геномын дарааллыг нь тогтоосон юм²⁴. 2008 онд Крэйг Вентерийн хүрээлэн дээр 20 гаруй эрдэмтэд *Mycoplasma genitalium* JCVI-1.0 гэдэг бактерийн 582,970 хос нуклеотидыг хиймлээр синтезлэн үйлдвэрлээд, дэс дарааллаар нь угсарсан. Тэд 2 жилийн дараа нь 1,08 сая хос нуклеотидийн генетикийн материал бүхий *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn1.0 гэдэг бактерийн нуклеотидыг синтезлэн угсарчихаад *Mycoplasma capricolum* гэдэг өөр бактерийн геномгүй эст суулгаж шинэ бактери үйлдвэрлэсэн нь хэвийн үйл ажиллагаатай, үржиж олширдог байв. Байгалиас гадуур амьд биет угсарч чадсан энэ амжилт нь тэдгээр

эрдэмтдийн 10 жилийн нөр их хөдөлмөр, 40 сая долларын хөрөнгө оруулалтын үр дүн байлаа. Энэ бол амьд бактерийн эсийг ашигласан хагас синтетик биет байсан²⁵. Харин хүн төрөлхтөн бүтэн синтетик буюу хиймэл амьд биетийг 2019 онд бүтээсэн билээ. Энэ нь 4 сая нуклеотид геном бүхий *Escherichia coli* бактериуд суурилсан Syn61 гэдэг амьд биет юм²⁶. Энэ нь энгийн *Escherichia coli* бактериас арай урт бас арай удаан үрждэг боловч гол нь вирусын халдварт өртөхгүйгээр програмчлагдсан учраас судалгаа, үйлдвэрлэлийн маш өндөр ач холбодолтой. *Escherichia coli* бактерийг ашиглаж чихрийн шижингийн эмчилгээнд хэрэглэдэг инсулин үйлдвэрлэдэг, хавдар, зүрхний өвчин, нүдний эмгэгүүдийг эмчлэх бодис гаргахад ч хэрэглэдэг учраас вирусийн эсрэг тэсвэртэй бактери бол чухал түүхий эд юм.

Биологийн зэвсгээс хамгаалах технологи

Яг одоо ид дэгдэж буй шинэ коронавирусын гаралтай КОВИД-19 цар тахлыг эмчлэх, халдварыг зогсоох, урьдчилан сэргийлэх арга технологи дэлхий дээр алга, тийм боломж гартал дор хаяж нэг жил бүр түүнээс ч урт хугацаа шаардлагатай байна. Энэ вирус хиймэл вирус уу эсвэл байгаль дээр аяндаа үүссэн вирус уу гэдгийг ч тодорхойлж чадаагүй байна. Ямар ч байсан 2008 онд Р.Барич тэргүүтэй Хойд Каролина их сургуулийн эрдэмтэд 29,7 мянган хос нуклеотид бүхий геномтой CAPC-тай төстэй коронавирус/SHC014-chimeric coronavirus/ бүтээсэн бөгөөд энэ нь амьд хулгана, хүний эсийн өсгөвөрт халдварлах чадвартай гэдгийг зарлажээ⁵. Энэ синтетик вирусыг 2002 онд Хятадад дэгдэн 8,427 хүнийг өвчлүүлж 813 хүнийг үхэлд хүргэсэн CAPC өвчний эсрэг вакцин, эмчилгээний бодис гаргаж авахад зориулж гаргасан гэдэг. Учир нь коронавирус нь хүний биеийн эсэд ороод хуулбарлагдахдаа олон янзын мутацид ордог РНХ вирус тул эмчлэх эм, урьдчилан сэргийлэх вакцин гаргаж авахад маш хэцүү байдаг байна. Гэхдээ нөгөө талаас иймэрхүү хиймэл CAPC төст коронавирус хэрэв лабораториос алдагдвал цар тахал үүсгэх боломжтой гэдгийг тэр үед олон эрдэмтэд сануулж байлаа. Ийм учраас энэ КОВИД-19 цар тахлыг аль нэг улсын аль нэг вирус судалдаг лабораторид хиймлээр хийгдсэн вирусыг санаатай эсвэл санамсаргүйгээр тараасан эсэхийг бүрэн үгүйсгэх боломжгүй юм. Шинжлэх ухаан өндөр хөгжөөгүй үед бол байгальд өөрөө үүссэн вирусын тахал хүн төрөлхтөнд аюул учруулж байлаа. Жишээ нь Испаний ханиад буюу 1918 оны томуугийн цар тахал байна. Энэ өвчин Дэлхийн нэгдүгээр дайны дараа гарсан бөгөөд дэлхийн хүн амын 5% -ийг буюу 100 сая хүний амийг авсан билээ²⁷. Өвчин үүсгэгч вирус нь /H1N1 influenza virus/ 1918 оноос өмнө огт илрээгүй байсан. Судлаачид энэ вирусыг томуу ба шувууны томуу үүсгэдэг вирусуудын холимог байх гэж таамагладаг. Тэр үед нэг хүн энэ хоёр томуугаар зэрэг өвдсөн байх магадлалтай. Шувууны томууны вирус хүний томууны вирусын аль нэгэн хэсгийг өөртөө шингээж авснаар хүнд амархан халдварлагддаг, хүний дархлааг амархан дийлддэггүй болж хувирсан бололтой. Учир нь энэ хоёр томууны вирусын генетикийн материал нь төстэй дараалалтай. Тийм ч учраас хоёулаа нэг эс дотор үржиж байгаа тохиолдолд бие биенийхээ генийн мэдээллийг сольж хуулбарлах боломжтой юм. Байгаль дээр бол зөвхөн генетикийн материал нь хоорондоо маш төстэй вирусууд л нэгдэж холимог вирус үүсгэдэг бөгөөд энэ процессыг рекомбинац гэж нэрлэдэг. Ингэж рекомбинац хийгдсэн тохиолдолд шувууны томуу хүнд халдварлах боломжтой болно. Хүний бие өмнө нь шувууны томуутай учирч

байгаагүй тул хамгаалах дархлаа байхгүй гэсэн үг. Ийм учраас өвчин хүндэрч үхэх магадлал ихэсч байгаа юм. Тэр үед эмчилгээгүй байсан учраас дэлхий нийтээрээ өвдөж 100 сая хүнээ алдаж байж бусад хүмүүс нь энэ вирусын эсрэг дархлаатай болж аврагдсан. Өөрөөр хэлбэл уг вирус дахиж халдах хүн үлдээгүй учраас алга болсон юм. Бүх газарт очиж халдварлаж байсныг Шинэ Зеландын халуун орны шугуйд үхсэн хүнд илэрч байснаас харж болно. Манайд ямар тархалттай илэрч хэдэн хүн нас барсан судалгаа байдаггүй. Хэрвэл вакцин эсвэл эмчлэх эм гарахгүй бол КОВИД-19 цар тахал ч иймэрхүү маягаар төгсөх тавилантай. Харин байгаль дээр коронавирус еболавирустэй нэгдэж холимог вирус үүсгэх боломжгүй юм. Учир нь Ебола вирус, коронавирус хоёрын РНХ нь хоорондоо адилгүй дараалалтай. Түүнээс гадна нэг нь уртаараа 1000 нм байхад нөгөөх нь 120 нм. Өөрөөр хэлбэл хоорондоо таарахгүй учраас рекомбинац үүсэхэд маш хэцүү. Харин лабораторийн нөхцөлд боломжтойг бид мэддэг боллоо.

Орчин үед шинжлэх ухаан харьцангуй өндөр түвшинд хүрсэн учраас ирээдүйд маш хөнөөлтэй хурдан тархдаг вирусыг үйлдвэрлэж түүнийгээ идэвхгүй байдалтайгаар халдварлуулах, дараа нь хүссэн үедээ идэвхжүүлж цар тахал үүсгэх, хүссэн үедээ зогсоох боломжтой технологиуд хөгжиж байна. Жишээлбэл вирус ашиглаж химийн ба оптик генетик арга хэрэглэн амьтны зан төрхийг удирдах судалгааг хийдэг болсон.

Анх вирусыг тодорхойлсны дараагаар XX зууны эхэн үед биологийн зэвсгийн алтан үе эхэлсэн бол дараагийн хөгжлийн шат яг одоо эхэлчихээд байна. Коронавирусын цар тахлын аюулыг бид өдөр тутмын амьдралдаа мэдэрч байгаа энэ үед агаар дуслын замаар хүнд халдварладаг гоц халдварт өвчин үүсгэгч бичил биетийг /жишээлбэл коронавирус/ судлах боломжтой биоаюулгүйн 4-р зэргийн лаборатори манай улсын хэмжээнд байхгүй байна. Вирус судлалын салбарт орчин үеийн биологийн лабораторид боловсрол эзэмшсэн үндэсний мэргэжилтнүүд дутагдаж байна.

Тиймээс Монгол улс цаг алдалгүй хүн амаа биотерроризмээс хамгаалах бодлого стратеги, үндэсний хөтөлбөрийг боловсруулах, шаардлагатай хууль эрхзүйн орчны шинэчлэлт хийх, бүтэц зохион байгуулалтын хувьд шинжлэх ухааны хамгийн сүүлийн үеийн технологи бүхий үндэсний мэргэжилтнүүд бэлтгэгддэг судалгааны хүрээлэн байгуулах зайлшгүй шаардлагатай байна.

Ашигласан хэвлэлийн жагсаалт

1. Твиттер:https://twitter.com/zlj517/status/1238111898828066823?ref_src=twsrc%5Etfw%7Ctwcamp%5Etweetembed%7Ctwterm%5E1238111898828066823&ref_url=https%3A%2F%2Fwww.cnn.com%2F2020%2F03%2F13%2Fasia%2Fchina-coronavirus-us-lijian-zhao-intl-hnk%2Findex.html
2. Дипломат сэтгүүл: <https://thediomat.com/2020/03/chinese-foreign-ministry-spokesperson-implies-us-military-brought-coronavirus-to-wuhan/>
3. Твиттер: <https://twitter.com/SenTomCotton/status/1231311580853305344>
4. СиЭнЭн мэдээллийн сувар: <https://edition.cnn.com/2020/02/18/politics/coronavirus-cotton-fact-check/index.html>
5. Becker, M.M. et al. Synthetic recombinant bat SARS-like coronavirus is infectious in cultured cells and in mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 19944–19949 (2008).
6. Krupovic M. et al. Origin of viruses: primordial replicators recruiting capsids from hosts. *Nature Reviews Microbiology*. 17, pages449–458 (2019).
7. Hendrix R.W. et al. The origins and ongoing evolution of viruses. *Trends Microbiol.* 8: 504-508 (2000).
8. Nasir and Caetano-Anollés. *Sci. Adv.*1:e150052 (2015).
9. Symons R.H. The intriguing viroids and virusoids: what is their information content and how did they evolve?. *Mol Plant Microbe Interact.* 4:2, 111-21 (1991).
10. Orgel, Leslie E. A Simpler Nucleic Acid. *Science*. 290:5495. 1306–1307 (2000).
11. Krupovic M, Cvirikaite-Krupovic V. Virophages or satellite viruses?. *Nat Rev Microbiol.* 9 (11): 762–763 (2011).
12. Prusiner SB. Molecular biology of prion diseases. *Science*. 252 (5012): 1515–22. (1991).
13. McSween, H. Y. Evidence for life in a Martian meteorite? *GSA Today*. 7 (7): 1–7 (1997).
14. Woolhouse et al. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 367, 2864–2871(2012).
15. World Health Organisation report, 24 September 2014.
16. Croddy, E. Perez-Armendariz, Clarissa H.J. Chemical and biological warfare: a comprehensive survey for the concerned citizen. *Copernicus Books*. p. 223. (2002).
17. Harris S. Japanese biological warfare research on humans: a case study of microbiology and ethics. *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 666, 21-52 (1992).
18. Leitenberg M., Zilinskas A.R. The Soviet Biological Weapons Program: A History, *Harvard University Press*. (2012).
19. National Research Council (US) Subcommittee on Zinc Cadmium Sulfide. Washington (DC): National Academies Press (US); (1997).
20. Miller, Judith, Engelberg, Stephen and Broad, William J. Germs: Biological Weapons and America's Secret War, (*Google Books*), *Simon and Schuster*, (2002).
21. https://en.wikipedia.org/wiki/United_States_biological_defense_program
22. https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Clear_Vision/
23. Cello, J., Paul, A.V. & Wimmer, E. Chemical synthesis of poliovirus cDNA: generation of infectious virus in the absence of natural template. *Science* 297, 1016–1018 (2002).
24. Tumpey, T.M. et al. Existing antivirals are effective against influenza viruses with genes from the 1918 pandemic virus. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99, 13849–13854 (2002).
25. Gibson G.D., et al., Complete Chemical Synthesis, Assembly, and Cloning of a Mycoplasma genitalium Genome. *Science*. Vol. 319, Issue 5867, pp. 1215-1220 (2008).
26. Fredens, J., Wang, K., de la Torre, D. et al. Total synthesis of Escherichia coli with a recoded genome. *Nature* 569, 514–518 (2019).
27. Jilani TN, Jamil RT, Siddiqui AH. H1N1 Influenza (Swine Flu) [Updated 2019 Dec 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513241/>