

Göran Bucht, Elisabet Frithz och Annica Waleij

EBOLA

VETENSKAP, SAMHÄLLE OCH SÄKERHET



Titel	Ebola - Vetenskap, samhälle och säkerhet
Title	Ebola - Science, society and security
Rapportnr/Report no	FOI-R--4355--SE
Månad/Month	November
Utgivningsår/Year	2016
Antal sidor/Pages	51 p
ISSN	1650-1942
Kund/Customer	UD
Forskningsområde	2. CBRN-frågor och icke-spridning
FoT-område	
Projektnr/Project no	A495116
Godkänd av/Approved by	Mats Strömqvist
Ansvarig avdelning	CBRN-skydd och säkerhet

Bild/Cover:

An Egyptian Fruit Bat *Rousettus aegyptiacus* clings to pieces of orange at the Cotswold Wildlife Park, Burford, Oxfordshire, England. Photographed by Adrian Pingstone in June 2006 and placed in the public domain.

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Ebolautbrottet i Västafrika 2013-2015 med ca 28 000 insjuknade och över 11 000 döda är den mest omfattande epidemi som viruset hittills orsakat. Tidigare Ebolautbrott har varit mer geografiskt begränsade – endast mindre byar i Centralafrika har drabbats med som mest 280 döda. Övriga överraskningen var därför stor när Ebolavirus dök upp i Västafrika, i en region som tidigare förskonats från denna sjukdom. Många har därför frågat sig vad som låg bakom denna epidemi: Vad skiljer detta utbrott från tidigare? Hur har viruset kommit till Västafrika och varför fick epidemin en sådan spridning?

Hur kunde det hända?

Nedan har vi lyft fram några av de bakomliggande orsaker som anses ha varit bidragande till att Ebolaepidemin i Västafrika fick en så stor omfattning:

- **Den undermåliga hälso- och sjukvården** i de drabbade staterna var en viktig faktor för smittspridningen. Enligt statistik fanns det före utbrottet ca en läkare per 10 000 invånare i Guinea, och ännu färre i Sierra Leone och Liberia (att jämföra med Sveriges 33 läkare per 10 000 invånare). Dödligheten bland sjukvårdspersonal var också hög, vilket förvärrade förhållandena.
- **Det djupa misstroendet mot makthavare och myndighetspersoner** som befolkningen i dessa länder hyser gjorde det svårt att nå ut med den förebyggande information som spreds av myndigheterna. Många drog slutsatsen att detta var bara ytterligare ett sätt för makthavarna att ”lura till sig internationella biståndspengar”. I denna miljö fick därför en omfattande ryktesspridning fäste, vilket ytterligare försvårade situationen.
- **Traditionella begravningssceremonier i Västafrika**, när den dödes kropp tvättas av anhängare, och begravningsgästerna vidrör den döde möjliggjordes ytterligare smittspridning, bl.a. via långväga gäster som förde med sig smittan hem till sina samhällen.
- **WHO:s passivitet under de första månaderna under Ebolautbrottet** då smittan spreds långsamt i Guinea, och som därefter fördes vidare över gränsen till Sierra Leone och Liberia. Här konstaterar även WHO:s egna experter att ”epidemin kunde ha stoppats med relativt små medel, om man hade valt att agera tidigare”.
- **WHO:s oförmåga att hantera Ebolautbrottet utifrån ett socialt och kulturellt helhetsperspektiv.** En oberoende expertgranskning av WHO:s agerande under Ebolautbrottet pekar på att de insatser som, när de väl initierades, var för tekniska och medicinska till sin karaktär och saknade kulturell, psykologisk och sociologisk kompetens, vilket skapade ett betydande motstånd bland befolkningen. Liknande åsikter har framförts från ett flertal andra aktörer och observatörer, inklusive Läkare utan gränser.

- **Omfattande migration och porösa gränser** gjorde att smittan fördes fram och åter över gränserna, vilket bidrog till en ökad spridning och en försvårad smittspårning. På så sätt kunde Ebolaviruset exporteras från Guinea till de angränsande länderna.
- **Miljö- och klimatfaktorer** anges också som en faktor som kan ha bidragit till utbrottets utbredning, däribland faktorer som förändrad markanvändning och ökade mänskliga aktiviteter i den förmodade reservoarens naturliga miljö.

Kan det hända igen?

En fråga som dykt upp i efterhand är: kan en ny Ebolaepidemi få fäste i Västafrika? Finns viruset fortfarande kvar i regionen?

Det finns en möjlighet att Ebolavirus kan komma att bli endemiskt i Västafrika, d.v.s. förekomma naturligt i reservoarer t.ex. bland fladdermusarter. Risken finns då att viruset kan komma att drabba dessa länder igen. Genetiska analyser pekar mot att viruset har invandrat från Centralafrika, och vissa fladdermusarter kan tillryggalägga mycket långa avstånd. Återkommande rapporter visar att Ebola-överlevare kan vara långtidsbärare av virus, och att de även kan smitta anhöriga. Detta kan exemplifieras av fallet med den skotska sjuksköterskan och den amerikanske läkaren, som bägge bar på viruset trots att de förklarats smittfria.

Ebola - en säkerhetspolitisk fråga

Allt eftersom Ebolautbrottet i Västafrika växte i omfång förvandlades epidemin från en medicinsk-humanitär sjukvårdskris till en samhälls- och säkerhetskris med plundringar och attacker mot bl.a. sjukvårdsinrättningar och personal. WHO:s ordförande Margret Chang gick ut och varnade för att de redan tidigare hårt drabbade västafrikanska staterna kunde förvandlas till s.k. "fallande" stater (*failed states*) och Läkare utan gränser vädjande därför om militärt stöd för att kunna hantera situationen bättre. I en resolution förklarade FN:s säkerhetsråd att Ebolautbrottet var "ett hot mot global fred och säkerhet". Parallellt togs ett beslut om skapandet av UNMEER (United Nations Mission for Ebola Emergency Response), en unik åtgärd och den första fredsbefrämjande insats från FN:s sida som tillkommit p.g.a. ett sjukdomsutbrott.

Oron för den globala säkerheten avspeglade sig också i diskussioner där man fruktade att Ebolaviruset skulle kunna användas i terrrorsyften. Eller som ledarsidan i Washington Post valde att uttrycka det "*The world is experiencing virulent outbreaks of Ebola and Islamic radicalism. What if the two converge into one?*"

Vad har vi lärt oss?

Ett antal slutsatser och lärdomar som vi har kommit till insikt om under Ebolaepidemin i Västafrika kan sammanfattas i fyra huvudteman:

- **Många experter pekar på risken för att nya epidemier kan hota världen.** Oron är stor att det nästa gång kan komma något nytt och mer smittsamt virus än Ebola, t.ex. ett dödsbringande luftburet virus. Därför är det önskvärt att etablera ett globalt och effektivt övervaknings- och responssystem, som inte bara kan fånga upp naturliga smittor utan också detektera epidemier som kan vara resultatet av avsiktlig spridning (biologiska vapen).
- **Ebolaepidemin har också väckt frågor om forskning kring vacciner och behandling av infektiösa sjukdomar** där kommersiella krafter inte driver utvecklingen. Ebola är ett bra exempel på detta - sjukdomen har fram tills nyligen varit sällsynt och har oftast drabbat fattiga människor i Afrika, vilket begränsat de ekonomiska drivkrafterna till att ta fram terapi och vaccin. Den forskning som skett kring filovirus (den virusfamilj som Ebola tillhör) har fram tills nyligen utförts inom försvarsforskningsprogram i olika länder.
- **WHO:s organisation och arbete måste reformeras i grunden** för att möta framtida globala kriser och behov. Nyckelorden i detta sammanhang är att prioritera lokal representation och lyhördhet för kulturella sammanhang.

- **Militär-civil samverkan var grundvalen i den internationella Ebolaresponsen.** Flertalet nationer som deltog i den internationella Ebolaresponsen använde militär logistik, militära resurser och hjälp från militär medicinsk personal. Många experter pekar också på att endast militära organisationer kan mobilisera stora hjälpinsatser med kort varsel. Därför har det framförts önskemål att militära resurser bör involveras i framtida responssystem som kan användas vid allvarliga smitthändelser. En utmaning med detta är att extra uppgifter för militären, utan att säkra resurser för genomförandet, gör att man riskerar att hamna i ett s.k. "mission creep", d.v.s. i ett oönskat tillstånd.

Erfarenheterna från Ebolautbrottet i Västafrika är viktiga och bör tas till vara för att möta framtida smitthot på ett effektivare sätt. Om man analyserar hur Ebolaviruset spred sig i Västafrika förefaller inte viruset ha förvärvat nya egenskaper, utan det var "samma virus" som gjort entré, men i ett nytt sammanhang där "nya spelregler" gäller. I framtiden kan mänskliga aktiviteter såsom kritisk exploatering av naturresurser och klimatförändringar komma att vara utlösande faktorer för utveckling av nya smitthot.

Nyckelord: Ebola, blödarfeber, smittspridning, Västafrika, biosäkerhet, konsekvenser, biologiska vapen, civil-militär samverkan

Summary

How could it happen?

Some of the underlying causes that are believed to have contributed to the magnitude of the Ebola epidemic in West Africa are:

- **The substandard health care in the affected countries.** Prior to the outbreak there were approximately one doctor per 10 000 inhabitants in Guinea, and even fewer in Sierra Leone and Liberia (compared to Sweden's 33 doctors per 10,000 inhabitants). The mortality among healthcare workers infected with the virus was also high, which aggravated the situation.
- **There is a deep mistrust of the government** and authorities in the affected countries, which made it difficult to implement the preventive measures and procedures needed to contain the virus. Rumours that this was just another “con trick” from those in power to attract humanitarian assistance funding’s. In this enabling environment, several other rumours were also mounted, which aggravated the situation further.
- **Traditional burial practices** and ceremonies in West Africa enabled an extensive spread of the virus. Among other things, the diseased person is touched by the mourners and relatives while washing the body in preparation for the funeral. Also, when long-distance funeral guests travelled back to their communities, they brought the infection back with them.
- **The negligence by the World Health Organization (WHO)** during the first months of the Ebola outbreak, when the disease spread slowly in Guinea, and then gained momentum as it was carried across the borders into Sierra Leone and Liberia. Even WHO’s own experts have acknowledged that the epidemic could have been contained, with relatively small means, had they acted sooner.
- **The inability of the international response** to adapt to the cultural and social contexts of the affected countries. For instance, an independent expert review of WHO’s actions during the outbreak concluded that the response, once initiated, was too technical and medical in nature and lacked cultural, psychological and sociological expertise. Similar views have been expressed also by a number of other actors and observers, including Doctors Without Borders (MSF). This situation created a significant resistance among the population towards the response.
- **Migration and porous borders** in the region resulted in the reciprocation of the infection across borders, which contributed to increased spread as well as complicating contact tracing. This allowed the Ebola virus to be exported from Guinea to the neighbouring countries.
- **Environmental degradation and climate change** has also been discussed as contributing factors to the magnitude of the outbreak. For instance, changes in

land use, deforestation and increased human activity in the presumed natural habitat for the reservoir of the virus, fruit bats.

Could it happen again?

One concern that has surfaced is whether an additional Ebola outbreak could emerge in West Africa? And does the virus still linger?

Indications that the Ebola virus is endemic (that is, naturally occurring) among fruit bats in West Africa have been proposed in scientific publications. Bats are hence assumed, to be the likely source of infection of the first human case (the index case) in West Africa in December 2013. Therefore, there is indeed a possibility that the virus can strike again in this region. Genetic analyses suggest that the virus has migrated from Central to West Africa. However, how long the virus has been present among bats in the region is largely unknown. Repeated reporting have shown that Ebola survivors may be long-term carriers of the virus, and some survivors have also infected their relatives. This means that the disease may reoccur in West Africa, or elsewhere in the world for that matter. One example is a Scottish nurse and an American doctor, who both carried the virus although they had been declared free of the infection.

Ebola - a security issue

As the Ebola outbreak in West Africa grew in magnitude it transitioned from being merely a medical-humanitarian health crisis to a social and security crisis as well. Riots, looting and attacks against medical facilities and aid workers took place in e.g. Monrovia, and Margaret Chang, the Director-General of WHO, warned that the already hard-hit West African States might become "failed states". In addition, in September 2014, MSF appealed for a military intervention to deal with the situation. Furthermore, UN Security Council declared the Ebola outbreak as "*a threat to global peace and security*." In parallel, the creation of UNMEER (United Nations Mission for Ebola Emergency Response) took place, which is the first ever peace operation in support of an infectious disease outbreak.

The concerns regarding global security were also reflected in public debate regarding the potential for the use of Ebola virus for terrorist purposes. An editorial in Washington Post rhetorically asked: "*The world is experiencing virulent outbreaks of Ebola and Islamic radicalism. What if the two converge into one?*".

What have we learned?

A number of conclusions and lessons can be drawn from the Ebola outbreak and clustered in four main themes:

- **Many experts has accentuated the risk for new epidemics that can threaten the world.** Concerns are high that the next time we will see something new and more infectious than the Ebola virus, for example an airborne virus such as SARS, MERS or influenza. Therefore, it is desirable to establish a global and effective monitoring and response system that can detect natural infections as well as epidemics that may be a result of use of biological weapons.
- **The Ebola outbreak has also raised questions about how to prioritize current research of vaccines and therapies for infectious diseases,** since the market forces drives the development. The Ebola virus is a striking case in point in this regard. Until the West Africa outbreak, Ebola cases have been rare and have usually only affected poor people in Central Africa. Therefore the economic incentives to develop therapies and vaccines have been limited. Until recently, research regarding filoviruses (the virus family Ebola belongs to) has essentially only been conducted by defence actors.
- **There is a need to fundamentally reform and restructure the WHO** in order to be able to meet future global crises and needs. The key words in this context is to prioritize local ownership and sensitivity to cultural contexts.

- **Civilian-military co-operation was critical** for the international Ebola response. Most of the participating nations in the response used military assets, such as logistic support and military medical personnel. There seem to be a consensus that only military organizations can mobilize the unique capabilities needed at a short notice and to operate in a sustained fashion. Therefore, it has been argued that military resources indeed must be involved in any future response system for serious infectious disease outbreaks. One challenge with this is however the risk for mission creep, an undesirable state where additional tasks are given the military that are not balanced with the extra resources needed for carrying out these tasks.

The lessons from the Ebola outbreak in West Africa that can be drawn are paramount for future infectious disease response. When analysing the Ebola virus crusade through West Africa, one sees that the virus does not appear to have acquired any new characteristics or skills. What was new was instead the context in which the virus appeared, where new game rules applied.

In the future, human activities such as further exploitation of natural resources, coupled with the effects of climate change, may act as further triggers for new infectious disease threats. In sum, this calls for a holistic approach in order to be able to understand such threats and act accordingly.

Keywords: Ebola, epidemic, filovirus, hemorrhagic fever, transmission, West Africa, Biosecurity, consequences, biological weapons, civil-military cooperation

Innehåll

1	Inledning	11
1.1	Bakgrund	11
1.2	Syfte och metod	11
1.3	Läsanvisning	12
1.4	Avgränsning	12
2	Viruset	13
2.1	Ebola - ett bland många virus som ger blödarfeber	13
2.2	Historik för filovirus	14
3	Ebolautbrottet i Västafrika	16
3.1	Förhållanden som påverkade smittspridningen	16
3.1.1	Kulturella och sociala faktorer	16
3.1.2	Ryktesspridning och spekulationer	17
3.1.3	Klimat- och miljöfaktorer	18
3.2	Var Ebola verkligen en nyhet för Västafrika?	19
3.2.1	En jämförelse med ett parallellt utbrott i Demokratiska republiken Kongo	20
3.3	Effekter av epidemin	21
3.3.1	Ekonomiska konsekvenser	21
3.3.2	Effekter på livsmedelssäkerhet	21
3.3.3	Effekter på sjukvårdssektorn och folkhälsa	22
3.3.4	Effekter på kvinnor och barn	23
3.3.5	Psykologiska effekter och stigmatisering	24
3.3.6	Säkerhetspolitiska aspekter	25
3.3.7	Effekter för Försvarsmakten	26
4	Internationell respons	27
4.1	Läkare utan gränser larmar förgäves	27
4.2	Ebola ett hot mot fred och internationell säkerhet	28
4.3	Länders respons	29
4.4	Sveriges stöd till Ebolaresponsen	29
4.5	Svensk beredskap	30
5	Efterspel -Vad har vi lärt?	31
5.1	Om viruset	31
5.1.1	Överlevare kan bära på Ebolaviruset	31
5.1.2	Ebola i avloppsvatten	31
5.2	Om beredskap och respons	31
5.2.1	Det internationella systemet	31
5.2.2	Militärens roll under Ebolaepidemin	32
5.2.3	Behovet av lokal förankring	32
6	Filovirus/Ebolavirus som vapen	34

6.1	Farhågor	34
6.2	Viruset var tillgängligt för många	34
6.3	Psykologiska effekter.....	34
6.4	Mikrobiologisk forensik - naturlig eller avsiktlig smittspridning?	35
7	Perspektiv på Ebolaviruset.....	36
7.1	En smittsamhetsjämförelse	36
7.2	Egenskaper hos Ebolavirus.....	37
7.2.1	Morfologi	37
7.2.2	Sjukdomsbild för Ebola.....	37
7.2.3	Behandling av Ebolasmittade individer	37
7.2.4	Virusets värdspecificitet.....	38
7.2.5	Smitta och spridningsvägar	38
7.2.6	Kan Ebolaviruset mutera och bli luftburet?.....	39
7.2.7	Personligt skydd	39
7.2.8	Laboratoriesmitta	39
7.2.9	Ebolavirus överlevnad utanför värden	40
7.2.10	Framställning av syntetiskt Ebolavirus	40
7.2.11	Odling av Ebola- och Marburgvirus	40
7.2.12	Analys och identifieringsmetoder	40
7.3	Utvecklingen av vacciner alternativt antiviral terapi.....	41
8	Slutord	44
9	Referenslista	45

Ett tillägg och en rättelse gällande sidan 30 i rapporten (tillägg och ändringar gjorda i fetstil).

4.5 Svensk beredskap

Gällande den nationella beredskapen vid ett Ebolautbrott i Sverige, finns landets enda högisoleringsenhet vid Universitetssjukhuset i Linköping. Här kan en patient med intensivvårdsbehov behandlas, alternativt kan två patienter utan behov av intensivvård beredas plats. Lokalerna i Linköping är dock inte optimala vad gäller ventilation, slussutrymmen m.m. Vissa förbättringar har dock gjorts. Landets övriga infektionskliniker har en begränsad förmåga att hantera Ebolafall.

Under Ebolautbrottet hade alla landsting i Sverige höjd beredskap och tränade sin personal för att ta hand om insjuknade. Socialstyrelsen var den myndighet som under krisen gick ut med nationella Ebolarekommendationer för sjukvården. **Folkhälsomyndigheten deltog också aktivt i arbetet att ta fram dessa rekommendationer och övertog även ansvaret för denna skrift och dess innehåll den 1:a juli 2015, då Folkhälsomyndigheten övertog det samordnande ansvaret för smittskydd i Sverige.** Några sådana riktlinjer fanns inte tillgängliga före Ebolakrisen, utan fick tas fram under krisen.

Det har visat sig att provhantering från Ebolainsjuknade patienter är en svårighet pga. smittrisen. I Linköping har man löst det genom ett litet lokalt laboratorium som sätts upp i direkt anslutning till patientrummen på högisoleringsenheten. Själva analysen av proverna, d.v.s. Ebola-diagnostiken, sker dock endast på Folkhälsomyndigheten i Solna, Stockholm, det enda laboratoriet i Norden med denna specifika kapacitet. De prover som skickas till Solna är **aktiva prover innehållande infektiöst Ebolavirus.**

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Utbrottet av Ebola i Västafrika startade i den avlägsna byn Meliandou, Gueckedou, i sydöstra Guinea, nära gränsen till Sierra Leone och Liberia i december 2013. I detta område finns farbara vägar och människor kan röra sig tämligt obehindrat över de porösa gränserna mellan länderna. En sådan situation gör det också lättare för smittsamma sjukdomar att spridas mellan olika samhällen och över landgränser.

Utbrottets indexfall (det första kända humanfallet) var, enligt företrädare för byn, en två år gammal pojke¹, Emile Ouamouno, som avled den 28:e december 2013 efter att ha varit sjuk under några dagar [1]. Den 5:e respektive 11:e januari dog även pojkens syster och mamma och senare även hans mormor. Den 10:e februari dog också en person ur vårdpersonalen vid ett sjukhus i Macenta, Gueckedou, där familjen behandlades, och senare, den 24:e februari dog en läkare vid samma sjukhus. Dessa händelser antas vara början på den Ebolaepidemi som kom att kulminera under 2014, med en kraftig minskning under 2015 och med enstaka fall även under början av 2016.

Afrikanska fruktfladdermöss antas vara den naturliga reservoaren för Ebolaviruset, eftersom antikroppar och genetiskt material från detta Ebolavirus (ZEBOV) och från Marburgvirus (MARV) har hittats i några olika fladdermusarter, och ett flertal humanfall har även tidigare kopplats till fladdermusexponering [2-5]. Smittvägen för indexfallet är okänd, men det finns vittnesmål att pojken lekt vid ett ihåligt träd bebott av fladdermöss [1].

Utbrottet pågick tämligen ouppmärksammat i området tills lokal sjukvårdspersonal, under mars 2014 underrättade myndigheterna i Guinea, och Läkare utan gränser om en ”mystisk” sjukdom. De första bekräftade fallen av Ebola i Liberia registrerades i mars 2014 och i Sierra Leone i maj 2014. Därefter finns det ett tydligt mönster i hur smittämnet spreds längs de större vägarna i respektive land. De första fallen av Ebola i Liberia upptäcktes i slutet av mars och nådde huvudstaden Monrovia i juni 2014. Under senare delen av sommaren 2014 upplevde de tre drabbade länderna (framför allt Liberia) en snabb ökning och spridning av antalet Ebolafall.²

Vid årsskiftet 2014/15, ca 1 år efter det första fallet, hade det totala antalet smittade uppskattats till över 20 000 individer och över 9000 döda. Sierra Leone och Liberia tillsammans stod för nästan alla fall av Ebola, med över 1000 nya fall per vecka under hösten 2014. Detta är det första Ebolautbrott som når epidemiska proportioner; tidigare utbrott var under kontroll betydligt snabbare.

1.2 Syfte och metod

Syftet med denna rapport är att ge en bakgrund till Ebolaepidemin i Västafrika; om sjukdomen och dess spridning, samt om virusets speciella egenskaper. Vi har även velat lyfta fram samhälls- och säkerhetspolitiska konsekvenser som epidemin förde med sig. Vi pekar också på några faktorer som möjliggjorde spridningen av Ebolaviruset i den aktuella regionen, samt diskuterar de lärdomar som kunnat dras i spåren av utbrottet.

Rapportarbetet har genomförts som en litteraturstudie i dialog med personer, civila såväl som militära, som erfarenhetsmässigt är kunniga och har olika syn på problematiken. Dessutom har deltagande i olika seminarier om Ebolautbrottet skett, bl.a. ett erfarenhetsseminarium arrangerat av Nato.

¹ Dessa data avviker från Baize 2014 [6] men bedöms av FOI som mer trovärdiga. Se även: <http://news.yahoo.com/ebola-boy-index-patient-zero-bat-tree-182151708.html>

² Angränsande länder som erfarit begränsad smitta är Nigeria, Senegal och Mali

Ryktesspridning och mindre välgrundade påståenden har varit en återkommande del i nyhetsrapporteringen, och i debatten kring Ebola, både nationellt och internationellt. För att undvika att bli en del i det allmänna flödet av spekulationer har vi, så långt det varit möjligt, gett referenser till vetenskapliga källor. I vissa fall inkluderas nyhetsrapportering och även ryktesspridning, men då som exempel på psykologiska effekter kring Ebola, och hur det kan påverka människors tankar och handlande.

1.3 Läsanvisning

Rapporten inleds med en sammanfattning (summary) följt av en inledning med en bakgrund (kapitel 1). Därefter i kapitel 2 ges en introduktion till blödarfebvirus (varav Ebolavirus är ett av många olika virus); därefter beskrivs, i kapitel 3, faktorer som påverkat smittspridningen av Ebola i Västafrika samt dess konsekvenser. I kapitel 4 diskuteras internationell respons avseende epidemin. I kapitel 5 diskuterar vi om vad vi har lärt oss, och i kapitel 6 diskuteras Ebolavirusets potential som biologiskt vapen. Slutligen, i kapitel 7 ges olika perspektiv kring Ebola. De vetenskapliga referenser som använts presenteras i längst bak i rapporten, medan källor från dagspress och internet presenteras som fotnoter i löpande text.

1.4 Avgränsning

Från sommaren 2015 har de internationella hjälpinsatserna i allt väsentligt övergått från krishantering till återuppbyggnad av de drabbade lokalsamhällena och dess hälsoinfrastruktur. Denna viktiga utveckling har dock inte kunnat studeras inom ramen för denna rapport, men kan bl.a. följas via Världshälsoorganisationen (WHO) och FN:s hemsida för global Ebolarespons.^{3,4}

³ Global Ebola Response <http://ebolaresponse.un.org/recovery>

⁴ Ebola outbreak: Taking action from response to recovery
<http://www.who.int/csr/resources/publications/ebola/ebola-response-recovery/en/>

2 Viruset

2.1 Ebola - ett bland många virus som ger blödarfeber

Blödarfebrar är en grupp febersjukdomar som orsakas av virus. Dessa virus är i olika grad besläktade med varandra, och har en varierande förmåga att orsaka svår sjukdom. Blödarfebvirus sprids i tropiska och subtropiska områden och ger upphov till infektionssjukdomar med likartade symptom. Ebola är bara ett exempel på en återkommande blödarfeber med hög dödlighet, men det finns ett stort antal andra blödarfebrar som är lika allvarliga och betydligt vanligare, se tabell 1. Ofta sprids blödarfebvirus till människor vid direkt kontakt med smittade djur, t.ex. gnagare, primater, blodsugande insekter eller fladdermöss. Smitta kan också ske indirekt via urin, avföring eller andra kroppsutsöndringar. Smittan sker vanligtvis via skadad hud, slemhinna eller genom inandning. Vissa virus kan sedan spridas vidare från person till person. Ett flertal av dessa virus har en potential för aerosolspridning och vapenanpassning (eng. *weaponisation*) [6].

Tabell 1. Blödarfebrar

Sjukdom	Vektor/smittväg	Värd djur	Utbrednings- område	Antal fall/år	Dödlighet
^a Dengue feber	Mygga	Människa/apa	Asien/Afrika/ Sydamerika	~390 milj.	< 5 %
^b Ebola feber	Droppsmitta	Fladdermus	Afrika	< 11 000	40-60 %
^c Gula-febern	Mygga	Människa/apa	Afrika/ Sydamerika	~200 000	15 %
^d Hantavirus	Luftsmitta	Gnagare	Europa/Asien/ Amerika	< 150 000	0,2-40 %
^e Krim-Kongo feber	Fästing	Däggdjur	Europa/Afrika	~ 3500	10-15 %
^f Lassafeber	Luftsmitta	Råtta	Västafrika	100 000–300 000	< 5 %
^g Marburg feber	Droppsmitta	Fladdermus	Afrika	1 - 374	24 – 88 %
^h Rift Valley feber	Mygga	Däggdjur	Afrika/Arabiska halvön	1000 – 89 000	>1 – 5 %

^a Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL et.al. The global distribution and burden of dengue. 2013. Nature; 496:504-507, [7].

^b <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs103/en/>

^c <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs100/en/>

^d Jonsson CB, Figueiredo LT, Vapalahti O. A global perspective on hantavirus ecology, epidemiology, and disease. Clin Microbiol Rev. 2010 Apr;23(2):412-41, [8].

^e Ince Y, Yasa C, Metin M, Sonmez M, Meram E, Benkli B, Ergonul O. Crimean-Congo hemorrhagic fever infections reported by ProMED. Int J Infect Dis. 2014 Sep;26:44-6, [9].

^f <http://www.cdc.gov/media/releases/2014/p0404-lassa-fever.html>

^g http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs_marburg/en/

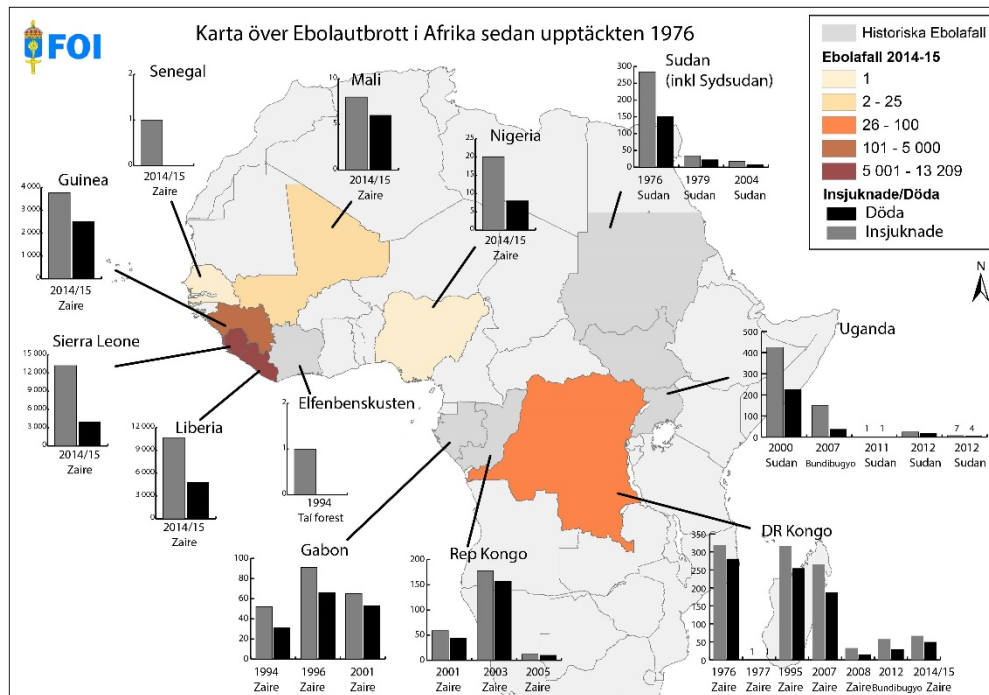
^h <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs207/en>

2.2 Historik för filovirus

Under 1967 smittades 31 personer vid samma laboratorium i Marburg, Tyskland, av en allvarlig och mystisk sjukdom med symtom som feber, diarré, kräkningar, massiv blödning från olika organ och slutligen kollaps av cirkulationssystemet. I ett försök att hitta källan till utbrottet inleddes en utredning [10, 11]. Denna undersökning visade att en art av afrikanska apor som importerats från Uganda, och som användes för framställning av poliovaccin, bar smitta av ett då okänt virus. Det isolerade viruset kom att kallas Marburgvirus (MARV), och det uppvisade en unik morfologi (d.v.s. form), vilket ledde till att en helt ny virusfamilj upptäcktes: *filoviridae*. Under detta utbrott inträffade sju dödsfall av totalt 31 smittade personer (23 % dödlighet). Efter denna episod dröjde det närmare ett decennium innan Marburgviruset påträffades igen, denna gång i Sydafrika 1975.

Det första utbrotten av Ebola, Ebola-Sudan, inträffade under 1976 i nuvarande Sydsudan, där 284 personer smittades och dödligheten var 53 %. Endast några månader senare upptäcktes ett andra Ebolavirus i Yambuku, Zaire, nuvarande Kongo-Kinshasa (Demokratiska republiken Kongo). Detta virus kom att kallas Ebola-Zaire (ZEBOV eller EBOZ) och har ansetts ha den högsta dödligheten av alla Ebolavirus (88 %) [12]. Under denna epidemi smittades 318 personer. En tredje variant av Ebola, Ebola-Reston (EBOR), identifierades 1989 i infekterade apor som importerats till Reston, Virginia, USA från Mindanao i Filippinerna [13]. Lyckligtvis utvecklade inte de få smittade människorna Ebola hemorragisk feber (EHF), men däremot antikroppar mot detta virus. Ytterligare en stam av Ebola kom att kallas Tai Forest Ebolavirus (tidigare kallad Ebolavirus Elfenbenskusten) [14]. Denna variant upptäcktes 1994 då en kvinnlig etolog utförde en obduktion på en död schimpans från Tai Forest, Elfenbenskusten. Hon smittades men överlevde. Ebolavirus Bundibugyo (BEBOV) är en relativt nyupptäckt variant av Ebolavirus, vilket skedde 2008 [15]. Det enda filovirus som naturligt förekommer i Europa är Lloviu-virus. Detta virus har upptäckts hos döda fladdermöss i Spanien, men verkar inte smitta människor [16].

Filovirus påträffas inte bara i fladdermöss och primater, vilket man insåg i samband med ett sjukdomsutbrott i en svinbesättning på Filippinerna 2008 [17] och något senare i Kina [18]. Man fann att grisarna var infekterade med Ebola Reston. Upptäckten att grisar kan smittas av Ebola kom som en överraskning eftersom inget Ebolavirus tidigare har visat sig kunna infektera dessa djur på naturlig väg. Dock verkar Reston-viruset vara relativt ofarligt för människor. Många människor som arbetar på filippinska svingårdar har antikroppar mot detta virus, ett tecken på att grisarna hade överfört viruset till dem, men inga människor har blivit sjuka.



Figur 1. Ebolautbrott i Afrika från dess upptäckt 1976.

Figuren visar antalet fall av Ebola i Afrika sedan virusets upptäckt 1976. Graferna visar antalet döda respektive insjuknade och vilken typ av Ebolavirus som orsakade respektive utbrott. De färgade områdena illustrerar vidare var Ebola konstaterades under de två skilda utbrotten 2014-2015, i Demokratiska republiken Kongo och i Västafrika.

3 Ebolautbrottet i Västafrika

3.1 Förhållanden som påverkade smittspridningen

Fram till dess att de första fallen av Ebola inträffade vid årsskiftet 2013-2014 hade majoriteten av alla utbrott skett i små, avskilda byar i Centralafrika. På grund av detta har det varit relativt lätt att isolera och kväva dessa utbrott. När sedan samma virus dök upp i Västafrika blev den epidemiologiska situationen en annan. Det finns ett antal faktorer som kan ha bidragit till detta förlopp och den omfattning vi har kunnat se. Några av dessa beskrivs kortfattat nedan. Mer utförliga redogörelser kan återfinnas i de referenser och fotnoter vi hänvisar till.

3.1.1 Kulturella och sociala faktorer

Extrem fattigdom, ett illa fungerande sjukvårdssystem, en misstro mot myndigheter och regeringstjänstemän och år av väpnade konflikter bidrog till en kritisk fördröjning med att reagera under inledningen av utbrottet.

Kraftig befolkningstillväxt och urbanisering i Västafrika är också större än på många andra platser i världen. Sedan 1960-talet har en trefaldig befolkningsökning skett, från 88 till 290 miljoner år 2006, och en tiofaldig ökning i urbana områden.⁵

Migration är vidare en viktig faktor. Migration sker bl.a. i syfte att hitta arbete, bedriva handel och näringsverksamhet samt för att bibehålla familjeband [19].⁶ Rörligheten inom befolkningsgrupperna i Västafrika är därför stor och uppskattas vara sju gånger högre än på de flesta andra ställen i världen.⁷ Tillsammans med en internationell handelsförklarning bidrog detta till en snabb spridning av smittan till tätbefolkade städer.

Andra faktorer som bidrog till smittspridning är de traditionella begravningsceremonier som består i tvättning och rengöring av kroppen efter döden samt den initialt akuta bristen på vårdplatser.

Statistik som togs fram under utbrottet i Västafrika pekar på att risken var störst för smitta genom sociala nätverk, främst inom familjen och på sjukhus.



Figur 2. Tillagning av fladdermusgryta
Foto Ricky Lynne, The Daily Squib

⁵ ECOWSA-SWAC/OECD (2006) Atlas on Regional Integration in West Africa Population Series
<http://www.oecd.org/migration/38409521.pdf>

⁶ Awumbila M, Benneh Y, Teye Kofi J, Atiim G (2014) Accross artificial borders: an assessment of labour migration in the ECOWAS region. ACP Observatory on Migration; International Organization for Migration.
http://publications.iom.int/bookstore/free/ECOWAS_region.pdf

⁷ WHO (2015) Factors that contributed to undetected spread of the Ebola virus and impeded rapid containment
<http://www.who.int/csr/disease/ebola/one-year-report/factors/en/>

En möjlig risk för smittspridning av blödarfebvirus är även den kulturella sedvänjan av att preparera och tillreda bushmeat⁸. Konsumtion av bushmeat såsom fladdermöss, primater, antiloper och gnagare är en viktig proteinkälla för många lokalsamhällen i Afrika. I Guinea anses fladdermöss vara en delikatess (se figur 2).

Handel med bushmeat är en viktig inkomstbringande aktivitet för människor i regionen. Som en följd av Ebolautbrottet infördes förbud mot konsumtion av bushmeat, men detta förbud har visat sig vara svårt för lokalbefolkningen att följa.⁹ Det amerikanska smittskyddsinstitutet CDC (Center for Disease Control) tog av denna anledning fram ett faktablad kring sambandet mellan förtäring och handel med bushmeat och Ebola, eftersom import av denna typ av kött förekommer både till USA och Europa, vilket orsakat oro för smittspridning av blödarfebvirus.¹⁰ Uppskattningar som gjordes år 2010 är att ca 5 ton bushmeat varje vecka illegalt fördes in till Europa [20].

3.1.2 Ryktesspridning och spekulationer

Ebolaepidemin i Västafrika gav upphov till en rad rykten och spekulationer. Det handlar ofta om virusets uppkomst, farlighet och spridning, ibland kombinerat med en konspirationsteori. De flesta kan te sig oskyldiga och banala, men det finns dessvärre exempel på att hjälparbetare har dödats när de besökt byar i de drabbade länderna i syfte att informera om hur man kan begränsa smittspridningen av Ebola. I Liberia rapporterades att många inte litade på förmaningarna kring Ebola, utan tolkade det hela som ett sätt för regeringen att få utländska biståndspengar. När Ebola sedan dök upp i form av sjuka människor trodde man att regeringen förgiftat dessa individer för att få det att se äkta ut. Resultatet blev en fortsatt smittspridning.

Några av de rykten som förekommit finns listade nedan.

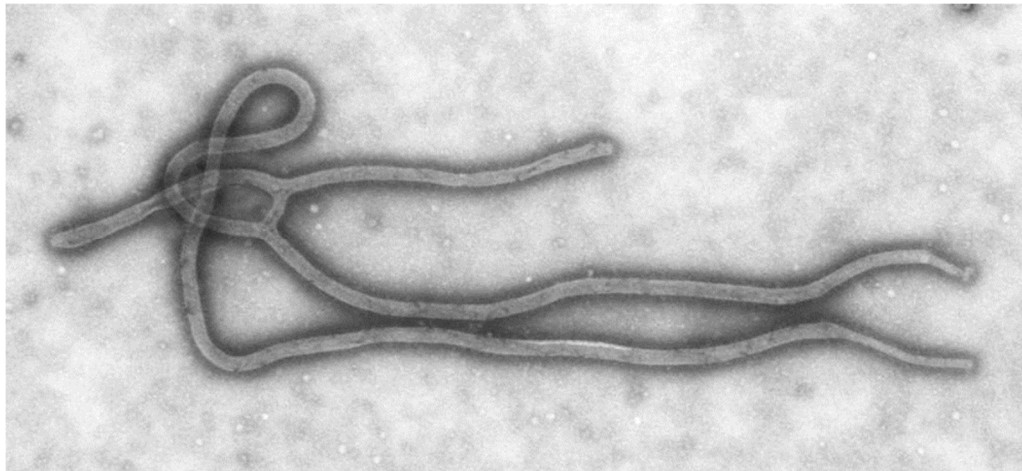
- Ebola fördes in i Afrika av vita främlingar.
- Organ från döende och döda människor har stulits och sålts på den internationella marknaden.
- Ebolavirus är ett biologiskt vapen som sprids via vatten.
- Ebola är inget virus utan en häxbrygd.
- Multinationella läkemedelsföretag har skapat en ny variant av Ebolavirus för att tjäna pengar på motmedel som de själva har framställt.¹¹
- Döda kroppar har svepts in i mörk plast för att man inte ska se att kroppsdelar har avlägsnats för häxkonster.
- Läkare infekterar avsiktligt västafrikaner för att experimentellt kunna testa preparat på oskyldiga offer mot smittan.
- Ebola har orsakats av en orm, om du tittar på den kommer du att dö (Ebolavirus ser faktiskt ut som en orm i förstoring, se figur 3 nedan).

⁸ Ett begrepp som används i delar av Afrika för kött från vilda djur

⁹ Bradley, C. (2014) Authorities ban eating of BAT, RAT and MONKEY after outbreak of deadly Ebola virus in Guinea. The Mirror, 7 April 2014 <http://www.mirror.co.uk/news/weird-news/authorities-ban-eating-bat-rat-3295408>

¹⁰ CDC (2014) facts about Bush Meat and Ebola, CDC Fact Sheet, September 2014 <http://www.cdc.gov/vhf/ebola/pdf/bushmeat-and-ebola.pdf>

¹¹ Broderick, C (2014) Ebola, AIDS Manufactured By Western Pharmaceuticals, US DoD? Daily Observer, September 9, 2014, <http://www.liberianobserver.com/security/ebola-aids-manufactured-western-pharmaceuticals-us-dod>



Figur 3. Transmission Elektron Mikroskopisk bild av Ebola Virus (Reston).
Foto Wikimedia Commons (Cynthia Goldsmith)

Spekulativa påståenden har också förekommit i svensk media där bl.a. Dagens Nyheter (DN) hade en text med underrubriken *"Experternas mardröm kan bli verklighet – att Ebolaviruset muteras och börjar spridas via luften. En nysning är allt som krävs. Forskare kallar det genetisk roulett"*¹². Både rubrik och innehåll i artikeln är lätt att misstolka och speglar på ett tillfredställande sätt inte den rådande kunskapen, eller vad experterna egentligen har sagt. Även på DN Debatt har det på ett mindre seriöst sätt spekulerats kring bush-meat och orsaken till Ebolasmittan i Västafrika¹³.

3.1.3 Klimat- och miljöfaktorer

I Västafrika sker kontinuerligt omfattande förändringar i markanvändning som inverkar på regionens ekosystem. Befolkningsökning och utbredd fattigdom har exempelvis drivit fram en ökad mängd mänskliga aktiviteter i den tropiska skogsmiljö som inrymmer bl.a. fruktfladdermöss, Ebolavirusets förmodade reservoar.

Västafrika har en av världens högsta avverkningstakt av skog och en ansenlig del av avverkningen är illegal och okontrollerad. Enligt en studie finns det ett samband mellan drastiska förändringar av skogsekosystemen i tropiska Afrika och frekvensen av Ebolautbrott [12].¹⁴

Andra mänskliga aktiviteter som gruvarbete, jordbruk, ett utvidgat vägnät etc. tränger också allt djupare in i skogsmiljöerna, vilket möjliggör en närmare kontakt mellan människa och djur såsom fladdermöss och primater. I Guinea har den ökande och kommersiella produktionen av palmolja framförts som en möjlig bidragande orsak.¹⁵

Meteorologiska faktorer och klimatfaktorer kan också inverka på frekvens och utbredning av infektionssjukdomar, men det råder ingen konsensus om exakt hur dessa samband ser ut i varje enskilt fall [21].

En forskningsrapport som ofta citerats och är baserad på satellitdata fann en korrelation mellan utbrott av Ebola under torrare förhållanden i slutet av regnperioder [22]. En annan, nyare studie över 28 utbrott av Ebola mellan 1976 och 2014 i fem afrikanska länder indikerar att utbrotten av Ebola kan kopplas till perioder av hög luftfuktighet och låga temperaturer [23]. Det är av stor vikt att beakta den eftersläpning (lag-period) på upp till

¹² "Experter: Ebola kan börja spridas via luften" DN 2014-09-13,
<http://www.dn.se/nyheter/varlden/experter-ebola-kan-borja-smitta-via-luften/>

¹³ "Insmugglat regnskogskött kan sprida Ebola till Sverige" DN Debatt 2014-08-19,
<http://www.dn.se/debatt/insmugglat-regnskogskott-kan-sprida-ebola-till-sverige/>

¹⁴ Laskowski, A. (2014) Battling Ebola: Is Human Activity to Blame? BU Today, July 8, 2014,
<http://www.bu.edu/today/2014/battling-ebola-is-human-activity-to-blame/>

¹⁵ Kock, R. (2014) Is Palm Oil Explosion Driving Ebola Outbreak? Eco Watch, -October 29, 2014,
<http://ecowatch.com/2014/10/29/palm-oil-ebola/>

tre månader som kan finnas mellan infektion av en värdorganism och uppkomst av de första humana fallen av Ebola, något den sistnämnda studien tagit hänsyn till. När infektionssjukdomars utbredning uppskattas måste det således kompenseras för korrelationen med klimatfaktorer, liksom vilken tillgång till föda som de tänkta reservoaren/värdarna haft som följd av aktuellt klimat/säsong [21].

Klimatförändringens effekter antas även accentuera förekomsten och magnituden av flera infektionssjukdomar. En ökad frekvens av extrema väderhändelser, exempelvis extra torra säsonger som följs av perioder av översvämning, kan inverka på förekomsten av fladdermöss och vissa primater genom tillgången på den frukt som är deras huvudsakliga föda [24].^{16,17,18,19} Det finns indikationer på att en ökad förståelse för hur klimatfaktorer och säsongsvariationer skulle kunna utgöra en indikator på kommande utbrott av olika infektionssjukdomar [20].

3.2 Var Ebola verkligen en nyhet för Västafrika?

Ebolautbrottet kom som en obehaglig överraskning för Västafrika, men det finns tecken på att viruset även tidigare har förekommit i denna region. Redan 1994 rapporterades ett fall av Ebola *Tai Forest* i Elfenbenskusten, i samband med ett utbrott bland schimpanser i en nationalpark [14]²⁰ och i en studie från 2007 (i södra Ghana) påvisades antikroppar mot Ebola virus *Zaire* i serumprover från fyra olika fladdermusarter [25]. År 2008 upptäckte en virolog vid US Army Medical Research Institute for Infectious Disease (USAMRIID) att endast 30-40 % av de prov som analyserades inom ramen för en studie om lassafeber (en besläktad blödarfeber) i Sierra Leone²¹ verkligen innehöll Lassavirus. Av de 400 prover som togs från 53 patienter under 2006-2008, innehöll 8,6 % IgM²² antikroppar mot Ebola virus *Zaire* [26]. En senare undersökning mellan 2011 och 2014, då syftet var att upptäcka andra tänkbara orsaker än lassafeber till patienternas kliniska tillstånd, visade att 22 % av de patienter som ingick i undersökningen hade antikroppar mot Ebola, vilket tyder på en tidigare exponering för viruset [27]. Möjligheten fanns alltså att utbrott av Ebola kunde ha skett även före detta stora utbrott i Västafrika, men att de feldiagnostiserats som t.ex. lassafeber.

Flera arter av fruktfladdermöss som misstänks kunna sprida Ebolaviruset har en förmåga att förflytta sig långa sträckor, upp till 250 mil. Deras räckvidd omfattar hela det tropiska bältet i Afrika, från Sudan till Zambia. Arten når även Nigeria och Elfenbenskusten på den afrikanska västkusten²³. En migration av fruktfladdermöss mellan Central- och Västafrika är följaktligen möjlig [28-30].

¹⁶ Mazur, L. (2014) The Making of a Tragedy: Inequality, Mistrust, Environmental Change Drive Ebola Epidemic, New Security Beat, October 9, 2014, <https://www.newsecuritybeat.org/2014/10/making-tragedy-inequality-mistrust-environmental-change-drive-ebola-epidemic/>

¹⁷ Wolfson, E. (2014) Ebola and Climate change: are humans responsible for the severity of the current outbreak. Newsweek, December 8, 2014, <http://europe.newsweek.com/climate-change-ebola-outbreak-globalization-infectious-disease-264163?rm=eu>

¹⁸ Cho, R. (2014) State of the planet blog, How Climate Change Is Exacerbating the Spread of Disease. Earth institute, Columbia University, September 4, 2014, <http://blogs.ei.columbia.edu/2014/09/04/how-climate-change-is-exacerbating-the-spread-of-disease/>

¹⁹ Laskowski, A. (2014) Battling Ebola: Is Human Activity to Blame? BU Today, July 8, 2014 <http://www.bu.edu/today/2014/battling-ebola-is-human-activity-to-blame/>

²⁰ CDC (2016) Ebola Virus Disease Distribution Map, Cases of Ebola Virus Disease in Africa, 1976 - 2015 <http://www.cdc.gov/vhf/ebola/outbreaks/history/distribution-map.html>

²¹ Kenema Government Hospital Lassa Diagnostic Lab

²² Antikroppar eller immunglobuliner är Y-formade proteiner. Immunglobulin M (IgM) är en av de fem klasser av antikroppar som tillverkas av kroppen.

²³ Fruit bats: Africa's greatest mammal migration <http://www.discoverwildlife.com/animals/fruit-bats-africas-greatest-mammal-migration>

3.2.1 En jämförelse med ett parallellt utbrott i Demokratiska republiken Kongo

Samtidigt som Ebolautbrottet i Västafrika nådde sin kulmen, förekom även ett parallellt utbrott av Ebola i Demokratiska republiken Kongo. Utbrottet började i den avlägsna byn Inkanamongo i Ekvatorprovinsen, 70 mil från huvudstaden Kinshasa och 30 mil från provinshuvudstaden Mbandaka. Indexfallet var en gravid kvinna som slaktat en apa (bushmeat). Ebolaviruset visade sig emellertid inte fullständigt överensstämmande med motsvarigheten i Västafrika, utan liknade mer ett virus från ett tidigare utbrott av Ebola (EBOV Zaire) i Kikwit (Demokratiska republiken Kongo) 1995. Utbrottet förklarades vara över i november 2014. Då hade 69 smittade, varav 49 döda, rapporterats (71 %) [31].^{24,25}

Detta utbrott var på flera sätt olika Ebolautbrottet i Västafrika. Några skillnader som i viss mån förklarar detta är att Demokratiska republiken Kongo under 40 år har upplevt sju Ebolautbrott. Därför finns det en beredskap att hantera denna typ av utbrott, bl.a. ett väl utvecklat system där de drabbade grupperna, inklusive de lokala ledarstrukturerna (sociala, religiösa, medicinska etc.), snabbt informeras och involveras, inklusive kampanjer i personlig hygien och desinfektion. Demokratiska republiken Kongos reaktion på detta utbrott var därför snabbare och mer effektivt än det skulle varit i andra områden, t.ex. i de tre värst drabbade länderna i Västafrika som aldrig varit i kontakt med detta virus tidigare, i alla fall inte i den omfattningen.

Dessutom har utbrotten i Demokratiska republiken Kongo tenderat att ske i tämligen isolerade skogsområden. Det sjunde och senaste fallet skedde i en by med illa fungerande vägnät, omskuren av två floder som den främsta transportvägen, och med få regelbundna flygförbindelser till provinshuvudstaden 30 mil bort. I Guinea, Liberia och Sierra Leone är däremot byar, städer och huvudstäder väl sammankopplade till varandra via ett omfattande nätverk av stigar, grusvägar och asfalterade vägar. Byn Gueckedou, där indexfallet för utbrottet i Västafrika skedde, ligger exempelvis på gränsen mellan Sierra Leone och Liberia, nära farbara vägar.

Responsen i Demokratiska republiken Kongo visar hur ett väl förberett lokalsamhälle kan stoppa spridningen av en dödlig infektionssjukdom. De enstaka fallen i Senegal, Mali och Nigeria visar också på vikten av en snabb respons som kan förhindra smittspridning mellan rurala och urbana områden, där ett utbrott lättare hamnar utom kontroll.

Kulturella sedvänjor i samband med Ebola skiljer sig något mellan Central- och Västafrika på så sätt att befolkningen i Centralafrika har en lägre risk för att bli infekterade. Men kultur och traditioner i dessa två regioner i Afrika tycks också ha mycket gemensamt - i hur släktingar och vänner är närvarande vid sjukdom och under begravningsritualer och gravsättning etc., som innebär kroppskontakt och kan bidra till spridning av viruset [31]. Det är i sammanhanget emellertid viktigt att komma ihåg att den västafrikanska regionen inte har en homogen befolkning. Exempelvis har Liberia minst 16 olika etniska grupper som var och en kännetecknas av egna språk och dialekter, religion, traditioner och seder. Olika sedvänjor för exempelvis begravingar kan således variera mellan byar och regioner inom samma land.

²⁴ World Health Organization (2014) Virological analysis: no link between Ebola outbreaks in West Africa and Democratic Republic of Congo. <http://www.who.int/mediacentre/news/ebola/2-september-2014/en/>

²⁵ World Health Organization (2014) WHO declares end of Ebola outbreak in the Democratic Republic of Congo <http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2014/drc-ends-ebola/en/>

3.3 Effekter av epidemin

3.3.1 Ekonomiska konsekvenser

Som en följd av omvärldens rädsla för Ebolautbrottet blev Guinea, Sierra Leone och Liberia under en period så gott som helt isolerade från omvärlden. Eftersom ländernas ekonomier är mycket små, och starkt beroende av handel och gränsöverskridande transporter, är de mycket sårbara för störningar²⁶.

De tre hårdast drabbade länderna försökte i början dölja utbrottet av rädsla för att deras ekonomier skulle förlora kraft. Likaså visar interna mejl och dokument som läckt ut från WHO att organisationen avsiktligt drog ut på tiden innan åtgärder vidtogs av rädsla för att riskera ekonomi och handel i de Eboladrabbade länderna.^{27,28}

Oron visade sig vara befogad, då utbrottet ledde till att planerade investeringar lades på is, flera internationella företag evakuerade sina anställda, rederier och flygbolag ställde in sina ruttor och handeln kraftigt minskade. Utbrottet ledde även till effekter på turism i andra afrikanska länder där bl.a. safariresor till Sydafrika, mer än 500 mil bort, avbokades av rädsla för sjukdomen.

Påverkan på den ekonomiskt långsiktiga tillväxten i regionen är svår att uppskatta men sannolikt stor. Liberia hade en tillväxt på drygt 11 % under 2013 medan tillväxten endast var 4 % under 2014. En liknande situation såg man i Guinea och Sierra Leone, och under 2015 förespåddes ländernas ekonomiska tillväxt till -0,2 % för Guinea, 3,0 % i Liberia och -2,0 % i Sierra Leone (jämfört med tidigare uppskattningar på 4,3 %, 6,8 % respektive 8,9 %).

3.3.2 Effekter på livsmedelssäkerhet

Ebolautbrottet påverkade också livsmedels säkerheten (eng. *food security*) i Guinea, Liberia och Sierra Leone p.g.a. störningarna i livsmedelsproduktionen.

En av de värsta kortsiktiga effekterna var hur sjukdomen påverkade människors beteende på lokal nivå. Rädslan för smitta gjorde att jordbruk övergavs och man gick därmed miste om skördar, med högre livsmedelspriser som följd. Även näringar som bygger på personliga möten, som på restauranger, fick drastiskt färre besökare.²⁹ Av rädsla för smitta avbröts även sedvänjor som att gemensamt så och skörda risfält, med lägre skördar som resultat [32].

En ökad arbetslöshet gav en minskad köpkraft, och i kombination med karantäner och stängda marknader ledde detta till att mat både blev dyrare och svårare att få tillgång till.

Situationen har emellertid förbättrats kring livsmedelsförsörjningen och har nu närmat sig den nivå av säkerhet som existerade före Ebolautbrottet.^{30 31}

²⁶ World Bank (2015) Ebola: Most African Countries Avoid Major Economic Loss but Impact on Guinea, Liberia, Sierra Leone Remains Crippling. Press release, January 20, 2015

<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2015/01/20/ebola-most-african-countries-avoid-major-economic-loss-but-impact-on-guinea-liberia-sierra-leone-remains-crippling>

²⁷ The Guardian (2015) World Health Organization 'intentionally delayed declaring Ebola emergency', 20 March, 2015, <http://www.theguardian.com/world/2015/mar/20/ebola-emergency-guinea-epidemic-who>

²⁸ Emails: UN health agency resisted declaring Ebola emergency (AP) 20 March, 2015

<http://bigstory.ap.org/article/2489c78bf86463589b41f3faea5ab2/emails-un-health-agency-resisted-declaring-ebola-emergency>

²⁹ FAO (2014) Ebola Virus Disease (EVD) Food Security Brief, September 5, 2014,

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/emergencies/docs/FAO%20Brief%20EVD%20Outbreak%20N1.pdf

³⁰ FEWS Net Ebola Reporting <http://www.fews.net/ebola>

³¹ WFP's food security analysis/VAM service

<https://www.wfp.org/content/impact-west-africa-ebola-outbreak-food-security-and-staple-food-prices>

3.3.3 Effekter på sjukvårdssektorn och folkhälsa

Västafrika är sedan tidigare hårt drabbat av infektionssjukdomar såsom malaria, mag- och tarminfektioner, lassafeber och meningit, där prevention genom vaccinationskampanjer och vård blivit eftersatt p.g.a. att alla tillgängliga resurser riktades mot Ebolautbrottet [33].^{32,33,34}

Redan före utbrottet hade de tre värst drabbade länderna ett mycket svagt hälso- och sjukvårdssystem. I Liberia var till exempel, efter 14 år av inbördeskrig, endast 17 % (51 av 293) av vårdinrättningarna i brukbart skick. Resterande hade förstörts eller plundrats under konflikten. Spädbarnsdödligheten var 994 dödsfall av 100 000 födslar och barnadödligheten var 110 av 1000 födslar. Över 40 % av befolkningen led av mental ohälsa som depression och Posttraumatiskt stressyndrom (PTSD). En viktig uppgift för Ellen Johnson-Sirleifs nya regering var återuppbygga Liberias hälso- och sjukvårdssystem. En hälso- och sjukvårdsplan etablerades 2007 med uppgift att förse befolkningen med ett baspaket av hälso- och sjukvård.³⁵

Vid utbrottets start fanns emellertid i genomsnitt endast en läkare per 10 000 innevånare i Guinea och 1 läkare per 50 000 resp. 1 per 100 000 innevånare i Sierra Leone och Liberia (jämfört med Sverige som har 3,3 läkare per 1000 invånare).³⁶ Förutom detta drabbades hälso- och sjukvårdspersonal av hög dödlighet, vilket ytterligare förvärrade situationen.

Förekomsten av traditionella och kulturella seder för alternativ hälsovård är stor när förtroendet för staten är låg. Rädsla för att skiljas från sina nära och kära för alltid avhöll även många från att söka vård, vilket även har noterats i tidigare utbrott av Ebola [89]. I regionen är traditionell läkekonst vanligt förekommande, där en medicinman med hjälp av örter, handpåläggning och andra traditionella tekniker vårdar patienter. Det finns ingen tillförlitlig statistik på hur många människor som regelbundet söker sig till den traditionella läkekonsten men siffran uppskattas vara mellan 70- 80 % i Afrika söder om Sahara.³⁷ Även om det finns positiva aspekter med ett alternativt vårdssystem som personer känner förtroende för, finns även exempel där bristen på kunskap fått negativa konsekvenser. Exempelvis uppmanades drabbade under ett Ebolautbrott i Uganda 2000-2001 att dricka blekningsmedel (klorin) för att rena sig från sjukdomen [34].

Under det västafrikanska utbrottet fanns dock ett exempel från Sierra Leone när en traditionell medicinman omfamnade insikter från det internationella samfundet om hur smittan kunde begränsas.³⁸ I mångt och mycket handlar det om att bygga broar och förtroende mellan traditionella och ”västerländska” traditioner, något som till stor del inte skedde under den initiala responsen.

Den situation som uppstod i Västafrika när responsen dröjde, det inte fanns sjukhusbäddar för alla behövande och när sjuka människor samlades utanför grindarna vid sjukvårdsinrättningar, bidrog inte till att öka förtroendet.

Den långsiktiga hälsopåverkan hos överlevare är svår att uppskatta men post-Ebola syndrom drabbar ofta de som har återhämtat sig från Ebola [35]. Det kan yttra sig som

³² Chothia, F. (2014) Ebola drains already weak West African health systems, BBC Africa, 24 September 2014, <http://www.bbc.com/news/world-africa-29324595>

³³ Ruz, C. (2014) Ebola intensifies the struggle to cope with Lassa fever, BBC News, 3 November 2014 <http://www.bbc.com/news/world-africa-29868394>

³⁴ Som en jämförelse sker mellan 100000–300000 fall av lassafeber varje år i regionen med ca 5000 döda (1 % dödlighet).

³⁵ SwAF Medical Intelligence Report Liberia, 2014-10-04.

³⁶ Exempelvis fanns endast i snitt en läkare per 11 277 innevånare i Guinea respektive 1 läkare per 45 588 resp. 86 275 innevånare i Sierra Leone och Liberia (jämfört med Sverige som har ca 3,3 läkare per 1000 invånare) <https://www.linkedin.com/pulse/20140811144649-84981239-ebola-outbreak-exposes-catastrophic-doctor-patient-ratios-in-key-african-states-which-west-african-countries-could-be-next-in-the-line-of-fire>

³⁷ Madamombe, I. (2006) Traditional healers boost primary health care. Africa Renewal Online, January 2006 <http://www.un.org/africarenewal/magazine/january-2006/traditional-healers-boost-primary-health-care> den 28 mars 2015

³⁸ Mueller K (2014) Turning to traditional healers to help stop the Ebola outbreak in Sierra Leone. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, <http://www.ifrc.org/en/news-and-media/news-stories/africa/sierra-leone/turning-to-traditional-healers-to-help-stop-the-ebola-outbreak-in-sierra-leone-66529/>.

ledvärk, muskelvärk, bröstsmärtor, trötthet, nedsatt hörsel, håravfall, upphörande av menstruation och/eller dålig långsiktig hälsostatus. Några överlevande rapporterar minnesproblem och ångestattacker [36]. Synnedsättning inklusive förlust av synen är också frekvent rapporterade, tillsammans med ögonsmärta, inflammation och dimsyn.

I en studie från februari 2016 [37] redovisas oroväckande siffror: Av de cirka 1000 Ebola-överlevare som deltog i studien rapporterade ca hälften ögonproblem, muskelvärk och ledvärk samt ofta även neurologiska problem. Vid närmare undersökning av personer med ögonproblem fann man att omkring 10 % hade uveit, en svullnad av mellersta lagret av ögonväggen.

Efter Ebolautbrottet i Demokratiska republiken Kongo 1995 undersöktes 20 överlevare under tre månader. Fyra befanns ha ögonsmärta, ljuskänslighet, förlust av synskärpa och uveit upp till 10 veckor efter infektionen. Efter ytterligare ett utbrott (Uganda 2007) följdes 49 överlevande under mer än två år. Liksom minnesförlust, ledvärk, sömnstörningar och hörselskador rapporterades dimsyn och smärta bakom ögonen. På senare tid har en studie av ytterligare åtta patienter som behandlades för Ebola vid amerikanska sjukhus lidit av olika symptom på post-Ebolasyndrom upp till fyra månader efter att de lämnat sjukhuset. Sex hade psykiska problem, bl.a. depression, ångest och minnesförlust, och fem drabbades av ögonproblem inklusive dimsyn och ögonsmärta [37].

3.3.4 Effekter på kvinnor och barn

Katastrofer drabbar män och kvinnor samt pojkar och flickor olika, så även epidemier [38].³⁹ I Ebolautbrottet i Uganda 2000-2001 utgjorde kvinnor exempelvis 63 % av de infekterade individerna [34]. Vissa källor har hävdad att kvinnor utgjorde 55-60 % av alla döda under Ebolautbrottet.⁴⁰ Det är vanligare att kvinnor och flickor vårdar sjuka, både professionellt och i hemmet, samt tar hand om begravningsförberedelser av avlidna. De löper därmed en större risk att exponeras för viruset.

Aggregerad nationell statistik med avseende på kön och ålder från Ebolautbrottet visar enligt WHO inte på någon väsentligt ökad dödlighet för kvinnor (Guinea 52,2 %, Liberia 49 %, Sierra Leone 51,5 %).⁴¹ I detta sammanhang ska dock nämnas att det torde förekomma ett relativt stort mörkertal p.g.a. utbrottets magnitud och de panikartade åtgärder som initialt kännetecknade responsen.

Det bör i detta sammanhang också nämnas att siffror på regional nivå kan avvika signifikant från ett nationellt genomsnitt - även i normalfallet. Exempelvis uppgavs det att mellan 62 och 74 % av de drabbade i två regioner i Guinea var kvinnor.^{42,43,44} Det finns emellertid en stor osäkerhet när det gäller data över antal fall och döda. De särskilda hälso- och sjukvårdsbehov som gravida kvinnor har, inklusive pre- och postnatalvård, har eftersatts, vilket medfört en ökad mödra- och spädbarnsdödlighet som följd. Ansvar för att ta hand om den stora mängden föräldralösa barn som resultat av epidemin faller oftast på kvinnorna.

³⁹ Ebola - How the crisis affects men and women different. Oxfam. <http://oxfam.ca/blogs/ebola-how-the-crisis-affects-men-and-women-differently>

⁴⁰ Barth, K. (2014) Ebola and Gender, Global Health and Human Rights Database, August 22, 2014, <http://www.globalhealthrights.org/blog/ebola-and-gender/>

⁴¹ WHO (2016) Ebola data and statistics, Situation report by sex and age group, March 23 2016 <http://apps.who.int/gho/data/node.ebola-sitrep.ebola-summary-age-sex?lang=en>

⁴² UNDP (2015) Confronting the Gender impact of Ebola virus disease in Guinea, Liberia and Sierra Leone, UNDP Africa Policy Note, Vol. 2, No. 1, 30 January 2015, http://www.undp.org/content/dam/undp/library/crisis%20prevention/RBA%20Policy%20Note%20Vol%202%20No%201%202015_Gender.pdf

⁴³ Wolfe, L. (2014) Why Are So Many Women Dying From Ebola? Foreign Policy, August 20, 2014, <http://foreignpolicy.com/2014/08/20/why-are-so-many-women-dying-from-ebola/>

⁴⁴ IACS (2014) Humanitarian Crises in West Africa (Ebola) Gender Alert, September 2014, <http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/IASC%20Gender%20Reference%20Group%20-%20Gender%20Alert%20WEST%20AFRICA%20EBOLA%2019%20Sept%202014.pdf>

Kvinnor är även de som oftast ansvarar för småskalig handel av jordbruksprodukter på marknaderna. Denna handel drabbades svårt med lägre inkomster som följd, vilket spädde på matosäkerheten och ledde till försämrad näringsstatus hos de drabbade.

Erfarenheter från ett Ebolautbrott i Uganda 2001 indikerar vidare att kvinnliga överlevande upplever mer stigmatisering än manliga [39].

Med den normala sociala samhällsstrukturen under svår påfrestning, och genom den utbredda stigmatiseringen av Ebola-överlevare och deras anhöriga, har kvinnor och flickor löpt en högre risk för bl.a. sexuellt våld och tonårsgraviditeter.⁴⁵ Situationens allvar har liknats vid post-konfliktsituationer.⁴⁶ Ett stort antal barn och unga vuxna har under en längre tid också saknat möjlighet att gå i skolan. Sysslolöshet i kombination med större svårigheter att försörja splittrade familjer har medfört att unga vuxna har tvingats in i sexhandel i utbyte mot mat och uppehälle.^{47,48} Även föräldralösa pojkar var och är i riskzonen.

En positiv bieffekt som initialt noterades är att företeelsen kvinnlig könsstympning minskade i Sierra Leone.^{49,50} Dessvärre tyder det inte på att denna trend ska vara bestående, trots det förbud som infördes i november 2014.^{51,52}

Olika initiativ för att främja att hänsyn tas till kvinnors rättigheter samt deltagande i respons och återuppbyggnad pågår, men det är ännu för tidigt för att bedöma vilken effekt dessa kan tänkas få på längre sikt.^{53,54}

3.3.5 Psykologiska effekter och stigmatisering

Det är inte bara fysisk, utan även social stigmatisering grundad på kulturella traditioner och vidskeplighet, som möter Ebola-överlevare.

Överlevare av Ebola har blivit förskjutna från sina familjer, och i andra fall stämplats som häxor av sin omgivning, för att de lyckats överleva en sjukdom som majoriteten av de drabbade dukar under av.⁵⁵ Den västafrikanska diasporan i bl.a. USA har också upplevt sig stigmatiserade.⁵⁶

Olika psykologiska effekter som inträffade i regionen är bl.a. att hälso- och sjukvårdspersonal, och även regeringstjänstemän, lämnade Västafrika av rädslan för smitta, vilket påverkade Ebolaresponsen negativt.

⁴⁵ IRIN News (2015) Sex crimes up amid Ebola outbreak in Sierra Leone, <http://www.irinnews.org/feature/2015/02/04>

⁴⁶ Yasmin, S. (2016) The Ebola Rape Epidemic No One's Talking About, Foreign Policy 2 February 2016, <http://foreignpolicy.com/2016/02/02/the-ebola-rape-epidemic-west-africa-teenage-pregnancy/>

⁴⁷ Yasmin, S. (2016) The Ebola Rape Epidemic No One's Talking About, Foreign Policy 2 February 2016 <http://foreignpolicy.com/2016/02/02/the-ebola-rape-epidemic-west-africa-teenage-pregnancy/>

⁴⁸ Save the Children, World Vision International, Plan International and UNICEF (2016) Children's Ebola Recovery Assessment: Sierra Leone, http://www.savethechildren.org/atf/cf/%7B9def2ebe-10ae-432c-9bd0-df91d2eba74a%7D/EBOLA_REPORT_CHILDRENS_RECOVERY_ASSESSMENT_SIERRA_LEONE.PDF

⁴⁹ Batha, E. (2015) Sierra Leoneans halt genital mutilation amid Ebola fears: UK minister. Reuters, 20 March 2015, <http://www.reuters.com/article/us-health-ebola-fgm-idUSKBN0MG2AD20150320>

⁵⁰ Ebola - How the crisis affects men and women differently. Oxfam. <http://oxfam.ca/blogs/ebola-how-the-crisis-affects-men-and-women-differently>

⁵¹ Kargbo, M. A. (2015) Sierra Leone: FGM - Now That Ebola Is Over All Africa, 25 November 2015, <http://allafrica.com/stories/201511251966.html>

⁵² Acland, O. (2016) Ebola Ended FGM in Sierra Leone, but Now It's Back. Vice News, March 21, 2016 <https://news.vice.com/article/ebola-ended-fgm-in-sierra-leone-but-now-its-back>

⁵³ IACS (2015) Humanitarian Crises in West Africa (Ebola) Gender Alert, February 2015. <http://www.unwomen.org/~media/headquarters/attachments/sections/library/publications/2015/iasc%20gender%20reference%20group%20-%20gender%20alert%20west%20africa%20ebola%202%20-%20february%202015.pdf>

⁵⁴ African Development Bank (2016) Women's Resilience: Integrating Gender in the Response to Ebola. http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Generic-Documents/AfDB_Women_s_Resilience_-_Integrating_Gender_in_the_Response_to_Ebola.pdf

⁵⁵ Mazumdar, T. (2015) Ebola outbreak: Stigma and uncertainty stalk survivors. BBC Africa, 4 December 2015, <http://www.bbc.com/news/world-africa-34973741>

⁵⁶ Harding, A. (2015) Ebola survivor 'hiding' from community BBC Africa, 3 March 2015, <http://www.bbc.com/news/world-africa-31697370>

I Spanien sade sjuksköterskor på Carlos III hospital i Madrid, det sjukhus som tagit emot Ebolapatienter, upp sig⁵⁷. Flera sjuksköterskor vid Bellevue-sjukhuset i New York sjukanmälde sig i samband med att den första Ebola-patienten skulle anlända.

Filippinerna tog hem sitt truppbidrag till FN:s fredsfrämjande insats i Liberia (UNMIL) som en följd av utbrottet. Efter den amerikanska insatsen (Operation United Assistance) infördes en obligatorisk karantän på 21 dagar för samtlig insatspersonal. Det politiska etablissemanget kunde inte godta den riskbedömning som gjordes av experterna att risken för smitta bedömdes som nära noll. Flygbolag ställde in flygningar till de drabbade områdena, och piloter krävde rätten att få vägra flygningar till Västafrika.⁵⁸ Vissa flygbolag ställde även in flygningar till andra delar av Afrika, såsom Nairobi, Kenya i Östra Afrika. Svenska hjälparbetare som var i färd med att lämna Västafrika, eller de som kommit hem efter att ha arbetat med responsen mot Ebolautbrottet, har också drabbats av stigmatisering, ryktesspridning och underförstådda hot.⁵⁹

Skolor i USA, vars lärare misstänktes ha varit med på samma flygplan som en Ebola-smittad sjuksköterska, stängdes. Andra rapporterade en stigmatisering, där deras barn inte var välkomna till förskolan längre.⁶⁰

I Nordkorea infördes en 21 dagars karantän för alla individer som vistats utanför landet. Det kan antas att dessa åtgärder vidtogs som en följd av landets undermåliga förmåga att hantera ett eventuellt smittsamt utbrott än som en reell risk.⁶¹

3.3.6 Säkerhetspolitiska aspekter

Den konfliktyngda regionen som utgör utbrottets epicentrum, d.v.s. Guinea, Sierra Leone och Liberia, delar till stor del en gemensam historia. Den politiska eliten styr regionen och graden av nepotism och korruption är hög, vilket lamslår andra samhällssektorer. Misstroendet mot statens förmåga att kunna hantera situationen som uppkommit i och med Ebolautbrottet var följaktligen stor. Ebolakrisen riskerade därför att underblåsa politiska och etniska motsättningar, något som kan innebära säkerhetspolitiska konsekvenser då underliggande motsättningar kommer upp till ytan.

Upplevda orättvisor och missförhållanden har lett till plundring och sammandrabbningar mellan befolkningsgrupper, mot säkerhetsstyrkor och även mot hjälppersonal. I Guinea attackerades och dödades medicinsk personal av en misstänksam lokalbefolkning. Där karantän infördes skedde prisökningar på mat. I augusti 2014 utbröt t.ex. ett upplopp i ett av Monrovias centrala slumområden, West Point, som en följd av en av den liberianska regeringens stipulerade karantän⁶².

Att utbrottet klassades som ett säkerhetsproblem gjorde att resurser som annars inte skulle ha varit tillgängliga frigjordes. Detta kan emellertid få negativa konsekvenser, om uppmärksamheten mot övriga säkerhetshot i Guinea, Liberia och Sierra Leone inte ges den uppmärksamhet de förtjänar [40].

⁵⁷ Madrid hospital staff quit over Ebola fears, <http://www.theguardian.com/world/2014/oct/10/madrid-hospital-staff-quit-ebola>

⁵⁸ Corsi, J. R. (2014) Pilots demand right to refuse flights to West Africa, WND, <http://www.wnd.com/2014/09/pilots-demand-right-to-refuse-flights-to-west-africa/>

⁵⁹ Läkare utan gränser (2014b) "Stigmatisering får inte stoppa Läkare utan gränserns arbete mot Ebola". 23 oktober 2014, <https://lakareutangranser.se/nyheter/stigmatisering-far-inte-stoppa-lakare-utan-gransers-arbete-mot-ebola>

⁶⁰ Schram, J. & Celona, J. (2014) Bellevue staffers call in 'sick' after Ebola arrives, New York Post, October 25, 2014, <http://nypost.com/2014/10/25/many-bellevue-staffers-take-sick-day-in-ebola-panic/>

⁶¹ Fifield, A. (2015) North Korea's Ebola quarantine — what's it really about? Washington Post, March 1 2015, https://www.washingtonpost.com/world/asia_pacific/north-koreas-ebola-quarantine--whats-it-really-about/2015/02/28/10667ee1-326b-4706-80b7-0a70234fcfe5_story.html

⁶² Onishi, N. (2014) Clashes Erupt as Liberia Sets an Ebola Quarantine. August 20, 2014, http://www.nytimes.com/2014/08/21/world/africa/ebola-outbreak-liberia-quarantine.html?_r=0

3.3.7 Effekter för Försvarsmakten

Ebolautbrottet fick stor uppmärksamhet bland svenska, europeiska och nordamerikanska försvarsmakter, samt bland andra aktiva insatsorganisationer i regionen. Även om Försvarsmakten inte var direkt inblandad i Ebolaresponsen berördes ändå Försvarsmakten av utbrottet genom sitt truppbidrag till den FN-ledda fredsfrämjande insatsen i Mali (MINUSMA) och den EU-ledda träningsinsatsen (EUTM).

Försvarsmakten genomförde under den mest intensiva delen av utbrottet veckovisa hot- och riskbedömningar för sin personal i Mali, vilket inte indikerade någon reell risk för svensk personal. Däremot fanns en farhåga att utbrottet skulle kunna försämra rekryteringsmöjligheten av ny personal till Försvarsmaktens insatser, p.g.a. rädsla och oro⁶³. Samma farhåga fanns avseende den FN-ledda fredsfrämjande insatsen MINUSMA.⁶⁴ Denna farhåga inträffade emellertid inte, sannolikt p.g.a. att Ebolautbrottet i Mali blev så litet.



Figur 4. Informationskampanj mot Ebola, Bamako, Mali, november 2015

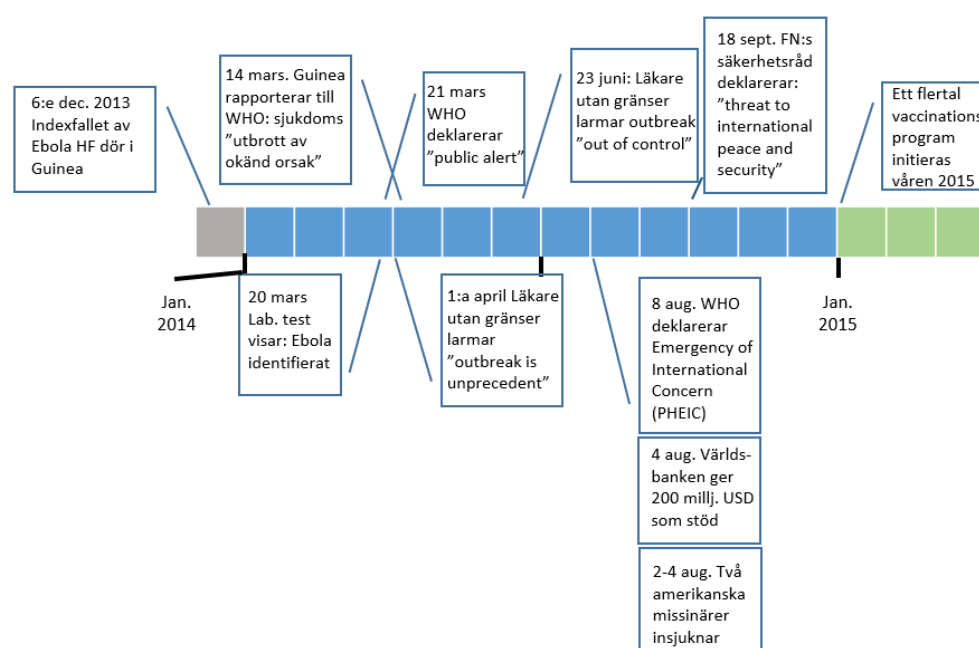
⁶³ Mali rapporterade sitt första bekräftade fall av EVD den 23 oktober 2014. Fallet var en tvåårig flicka från Guinea, som avled kort därefter. Ingen sekundärsmitta rapporterades. I november 2014 rapporterade *Polyclinique Pasteur* kliniken i Malis huvudstad Bamako, tillika ett UN Level 2 referenssjukhus, tre ytterligare fall. Sjukhuset sattes under karantän. Fyra ytterligare fall rapporterades från Bamako, men sedan den 18 januari 2015 är Mali deklarerat som Ebola-fritt.

⁶⁴ Presence of Ebola in Malian capital likely to undermine UN peacekeeping operations and heighten insecurity in north. Jane's Country Risk Daily Report 21.228 (Nov 18, 2014)

4 Internationell respons

4.1 Läkare utan gränser larmar förgäves

Läkare utan gränser larmade flera gånger under våren 2014 om den pågående Ebola-epidemin utan att omvärlden reagerade nämnvärt. Kritiken mot framför allt WHO för dess sätt att hantera situationen blev följaktligen hård. ”En kris som skulle kunnat undvikas” skriver två erfarna Ebolaexperter i New England Journal of Medicine [41]. Parallellt hävdade WHO-experter att ”man med relativt små medel kunnat få kontroll på utbrottet”. I frånvaro av sådana tidiga insatser kunde epidemin etablera sig och långsamt växa under tidsperioden mars-juni 2014. I slutet av juni var situationen enligt Läkare utan gränser ”fullständigt utom kontroll”, se figur 5. I början av september 2014, parallellt med att den internationella responsen började ta fart, menade Läkare utan gränser att det skulle krävas militär intervention för att få utbrottet under kontroll [42].



Figur 5. Tidsaxel för några viktiga händelser under Ebolautbrottet i Västafrika, 2013-2015.

En försvårande omständighet var att 2014 på många sätt var ett ansträngande år för det humanitära systemet, med flera s.k. *Level 3 Emergencies*, det vill säga humanitära kriser som kräver samordnade insatser inom FN-systemet.^{65,66} Denna situation innebar att många organisationer redan före Ebolautbrottet opererade på gränsen av sin förmåga.

Ett av de största misstagen skedde under maj 2014. Vid denna tidpunkt pekade rapporterna på att utbrottet var under kontroll, och de internationella hjälpteamen började lämna Guinea. Även i grannlandet Liberia var antalet nya Ebolafall på nedgång och Sierra Leone hade hittills inte haft en enda insjuknad. WHO och myndigheterna i Guinea hade dock missat att informera hälsomyndigheterna i Sierra Leone att man kände till att smittan "exporterats" över gränsen. Smittan spreds i en av de skogsregioner där byarna ligger nära varandra, och många familjer har släktingar på bägge sidor om gränserna. Efter denna typ av smittkedjor kunde en andra våg av Ebola drabba de tre länderna.

⁶⁵ Begreppet Level 3 emergency introducerades i det humanitära systemet 2011 och defineras av FN som "major sudden onset humanitarian crises triggered by natural disasters or conflict which require (UN) system-wide mobilization"

⁶⁶ Dessa kriser innefattade Syrienkonflikten och konflikterna i Irak, Sydsudan och Centralafrikanska Republiken) samt vidare utbrott av MERS, polio och influensa H7N9.

Flera källor pekade också på en inre splittring inom WHO som en bidragande orsak till att krisen eskalerade. Det kan också bero på att det afrikanska huvudkontoret ville visa att man kunde sköta utbrottet på egen hand, dock utan att ha någon större erfarenhet av Ebolabekämpning, och de mest erfarna experterna befann sig på huvudkontoret i Genève. Samtidigt försenades också ankomsten av amerikanska expertteam från CDC av byråkratiska hinder från afrikanska myndigheters sida.

I december 2014 rapporterades det att det fanns tillräckligt antal sjukhusbäddar för att behandla och isolera alla kända Ebolafall, men den ojämna fördelningen av smittade och sjukvårdsresurser resulterade i allvarliga brister i vissa områden, exempelvis saknades det vårdplatser i rurala områden. Detta medförde att patienter måste resa långt för att få behandling, vilket bidrog till smittspridningen.

4.2 Ebola ett hot mot fred och internationell säkerhet

Den tidiga responsen avseende Ebolautbrottet skedde nästan enbart av frivilligorganisationer, särskilt Läkare utan gränser, men även organisationer som t.ex. African Governance Initiative (AGI) och lokala Rödakorsföreningar, i samverkan med de drabbade lokalsamhällena. Efter att Ebola konstaterats utanför Västafrika, såsom i Nigeria (juli 2014), samt enstaka fall i Europa och Nordamerika, tog omvärlden problemet på större allvar. Flera organisationer och nationer vidtog därefter extraordinära åtgärder för att förhindra att utbrottet skulle utvidgas till att bli ett reellt hot även utanför den västafrikanska regionen. I augusti 2014 deklarerade WHO utbrottet som ett internationellt hot mot människors hälsa ("Public Health Emergency of International Concern", PHEIC) i Liberia, Guinea och Sierra Leone. Fler än 1000 personer hade då avlidit under epidemin. Därefter skulle det dröja ytterligare två månader innan internationell humanitär hjälp av någon större omfattning fanns på plats i de drabbade länderna.

FN:s säkerhetsråd beslutade i september 2014, efter att ha konstaterat att Ebolautbrottet utgjorde ett hot mot fred och säkerhet, om bildandet av UNMEER (United Nations Mission for Ebola Emergency Response). UNMEER var unik så till vida att det var den första organisation inom ramen för FN:s fredsfrämjande som tillkommit till följd av en humanitär kris orsakad av ett sjukdomsutbrott.^{67,68} Dessutom deklarerades utbrottet som en "level 3 emergency", av UN Inter-Agency Standing Committee (IASC). Den samordnade FN-responsen mot Ebolautbrottet har varit att stoppa utbrottet, behandla smittade, säkerställa grundläggande samhällstjänster, behålla stabiliteten i regionen och förhindra fler epidemier. FN:s medlemsländer uppmanades även att skicka stöd i form av nödhjälp och förnödenheter för att stabilisera situationen. De länder som infört olika former av reseförbud i strid mot WHO:s internationella hälsoreglemente (International Health Regulations, IHR, 2005) uppmanades att upphäva dessa då de riskerade att ytterligare förvärra krisen i de drabbade staterna.^{69,70}

FN:s fredsfrämjande insats i Liberia (UNMIL) fick förlängt insatsmandat som en följd av utbrottet, och den planerade avvecklingen av insatsen sköts upp. FN poängterade dock att UNMIL inte är en folkhälsoinsats och att den ca 6000 personer stora styrkan varken var utbildade eller tränade för att möta de utmaningar som Ebolautbrottet förde med sig.^{71,72,73}

⁶⁷ UNMEER (UN Mission for Ebola Emergency Response) (2014) <http://www.un.org/ebolareponse/mission.shtml>

⁶⁸ UNMEER avslutades 31 juli 2015.

⁶⁹ Council UNS (2014) With the spread of Ebola outpacing response, security council adopts resolution 2177 (2014) urging immediate action, end to isolation of affected States <http://www.un.org/press/en/2014/sc11566.doc.htm>.

⁷⁰ IHR är ett legalt bindande ramverk för medlemsländerna inom WHO. Syftet är att förebygga, förhindra och hantera gränsöverskridande hälsohot.

⁷¹ UNSC (2014) S/RES/2176 [http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/2176%20\(2014\)](http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=S/RES/2176%20(2014))

⁷² UN News Centre (2014) UNMIL not a public Health operation. 11 September 2014 http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=48693#.VH3KijHF_AR

⁷³ WND (2014) 6,000 U.N. Peacekeepers not trained to fight Ebola. 16 September 2014. <http://www.wnd.com/2014/09/6000-u-n-peacekeepers-not-trained-to-fight-ebola/>

Economic Community of West African States (ECOWAS) utsåg en regional koordinator för Ebola-respons⁷⁴ och Afrikanska Unionen (AU) inrättade i augusti 2014 en civil-militär humanitär insats (ASEOWA, African Union Support to Ebola Outbreak in West Africa).⁷⁵

EUs respons innefattade bl.a. ekonomiskt stöd till humanitär respons, forskning och återuppbyggnad samt utnämmande av en Ebola-koordinator och en högnivåkonferens om de återuppbyggnadsbehov som de drabbade länderna har.

Även Nato tog Ebolautbrottet på stort allvar trots att Nato som organisation inte hade någon direkt verksamhet i regionen. Bland annat togs medicinska riktlinjer fram av Committee of the Chiefs of Military Medical Services (COMEDS) Force Health Protection Working Group och under övningen Vigorous Warrior 2015 fanns ett särskilt fokus på biologiskt försvar. Under juni 2015 anordnades även ett erfarenhetsseminarium om Ebolautbrottet. Natos Deployment Health Surveillance Center (DHSC) gjorde en ansats till att holistiskt analysera risker med Ebolautbrottet i Västafrika utifrån tre perspektiv: risker mot soldaters och militära styrkors hälsa, den globala hälsorisk och hälsorelaterade säkerhetsrisker. Bedömningen (i september 2014) var att hälsorisken för militära styrkor ansågs vara medelhög (medan risken för infektion för enskilda individer med korrekt utbildning och skyddsutrustning i princip ansågs vara noll), medan såväl den regionala och globala folkhälsorisken med utbrottet liksom folkhälsorelaterade säkerhetsriskers ansågs vara hög [43].

4.3 Länders respons

Enskilda nationer beslutade också att skicka militära resurser för att stödja Västafrika. Bland annat bestämde USA sig för att skicka en 3000 personer stor styrka, Operation United Assistance, vilket är det största amerikanska truppbidraget till Afrika sedan Operation Restore Hope i Somalia, 1993.⁷⁶ President Obama deklarerade även utbrottet som ett hot mot global säkerhet.⁷⁷ Den amerikanska insatsens uppgift var att stödja USAID⁷⁸ med logistik samt att bygga behandlingscentra och träna hälsopersonal.

Storbritannien skickade ca 850 soldater till Sierra Leone (Operation Gritrock)⁷⁹ och Kanada bidrog med militär medicinsk personal till den brittiska insatsen (Operation Sirona).⁸⁰ Belgien förlade ett fältsjukhus till Guinea⁸¹ och Tysklands försvarsminister efterfrågade frivillig militär personal att delta i insatsen för Västafrika.⁸² Även Kina meddelade att man tänkte och deltog i bekämpningen av Ebola med militär personal med en elitstyrka från China People's Liberation Army, med erfarenhet från SARS-utbrottet 2002, för att bygga ett vårdcentrum och bemanna det med civil vårdpersonal.⁸³

4.4 Sveriges stöd till Ebolaresponsen

I kampen mot Ebola epidemin i Västafrika satsade svenska myndigheter sammanlagt ca 600 miljoner kronor under åren 2014-2015. Sverige blev därmed en av de fem största

⁷⁴ All Africa (2014) West Africa: ECOWAS Names Ebola Coordinator, November 21, 2014, <http://allafrica.com/stories/201411211272.html>

⁷⁵ African Union (2014) Fact Sheet: African Union response to the Ebola outbreak in West Africa as of 1/26/2015 http://pages.au.int/sites/default/files/FACT%20SHEET_as%20of%2026%20Jan%202015.pdf

⁷⁶ Freeman, C, Sanchez, R (2014) US to send 3,000 troops to Ebola-hit Liberia. The Guardian. 16 September 2014, <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/ebola/11100332/US-to-send-3000-troops-to-Ebola-hit-Liberia.html>

⁷⁷ Mason, J. Harding Giahue, J. (2014) Citing security threat, Obama expands U.S. role fighting Ebola. Reuters. 16 September 2014 <http://www.reuters.com/article/2014/09/16/us-health-ebola-obama-idUSKBN0HB08S20140916>

⁷⁸ United States Agency for International Development är en federal amerikansk myndighet för u-hjälp

⁷⁹ MacAskill, E. & Mason, R. (2014) British troops to be sent to help fight Ebola. The Guardian. 8 October 2014. <http://www.theguardian.com/world/2014/oct/08/british-troops-sent-fight-ebola-sierra-leone>

⁸⁰ Government of Canada (2014) Canadian Armed Forces personnel deploy to help fight Ebola outbreak. News Release, 6 December 2014 <http://news.gc.ca/web/article-en.do?nid=912569>

⁸¹ Personlig kommunikation, Belgian Armed Forces

⁸² Bloomberg Business Week (2014) Germany asks soldiers to volunteer to fight Ebola. September 22 2014 <http://www.businessweek.com/ap/2014-09-22/germany-asks-soldiers-to-volunteer-to-fight-ebola>

⁸³ Jajagopalan, M. (2014) China to send elite army unit to help fight Ebola in Liberia. Reuters. 31 October 2014 <http://www.reuters.com/article/2014/10/31/us-health-ebola-china-idUSKBN0IK0N020141031>

givarländerna i Ebolabekämpningen⁸⁴. Övervägande delen av det svenska stödet kanaliserades via FN organ och missioner som UNMEER, WHO, WFP, Unicef och UNHAS, men även i viss omfattning via enskilda organisationer såsom Röda Korset, Rädda Barnen, Läkare utan gränser m.fl.

Dessutom fick MSB i uppgift att planera och genomföra hälso-, sjukvårds- och logistikinsatser i Västafrika. I lämpliga delar skulle samarbete med Folkhälsomyndigheten och Socialstyrelsen ske. Socialstyrelsen hade parallellt fått i uppdrag att säkra medicinsk evakuering av Ebolasmittade från Västafrika, ett uppdrag som skulle samordnas med bl.a. MSB^{85,86}. Personal vid Skaraborgs Flygflottilj (F7) utbildades vid högisoleringsenheten vid Linköpings universitetssjukhus för att flyga hem eventuellt Ebolasmittade svenskar.

Efter att ha övervägt olika alternativ i den utökade insatsen beslöts att MSB skulle bidra med ett sjukvårdsteam (eng. *Foreign Medical Team*, FMT) och driva en s.k. Ebola-vårdenhet (eng. *Ebola Treatment Unit*, ETU) i Monrovia. Utöver regeringsuppdraget gav MSB även stöd via *International Humanitarian Partnership* (IHP). Totalt utgjorde detta det största enskilda stöd inom humanitär krishantering som någonsin har förvaltats av MSB. MSB:s insats har utvärderats av FOI [44].

Sverige hade vid tiden för utbrottet 20 personer i FN:s fredsbevarande insats i Liberia, UNMIL (United Nations Mission in Liberia), varav 14 från polisen, fem från kriminalvården och en från Folke Bernadotteakademin.

4.5 Svensk beredskap

Gällande den nationella beredskapen vid ett Ebola utbrott i Sverige, finns landets enda högisoleringsenhet vid Universitetssjukhuset i Linköping. Här kan en patient med intensivvårdsbehov behandlas, alternativt kan två patienter utan behov av intensivvård beredas plats. Lokalerna i Linköping är dock inte optimala vad gäller ventilation, slussutrymmen m.m. Vissa förbättringar har dock gjorts. Landets övriga infektionskliniker har en begränsad förmåga att hantera Ebolafall.

Under Ebolautbrottet hade alla landsting i Sverige höjd beredskap och tränade sin personal för att ta hand om insjuknade. Socialstyrelsen var den myndighet som under krisen gick ut med nationella Ebolarekommendationer för sjukvården. Några sådana riktlinjer fanns inte tillgängliga före Ebolakrisen, utan fick tas fram under krisen.

Det har visat sig att provhantering från Ebolainsjuknade patienter är en svårighet pga. smittrisen. I Linköping har man löst det genom ett litet lokalt lab. som sätts upp i direkt anslutning till patientrummen på högisoleringsenheten. Själva analysen av proverna d.v.s. Ebola-diagnostiken sker dock endast på Folkhälsomyndigheten i Solna, Stockholm, det enda laboratoriet i Norden med denna specifika kapacitet. De prover som skickas till Solna är avdödade prover innehållande Ebolaviruset som har inaktiverats kemiskt.

⁸⁴ Utrikesdepartementet (2014) Sveriges stöd i kampen mot Ebola. 23 oktober 2014.
<http://www.regeringen.se/contentassets/3685dbdc86084258807b2d6f1c7c3da9/faktablad-sveriges-stod-i-kampen-mot-ebola>

⁸⁵ Utrikesdepartementet (2014) Korta fakta om Sveriges insatser för att bekämpa Ebola. 16 oktober, 2014.
<http://www.regeringen.se/contentassets/c6e19dc31dd946ce8a554312d654b96a/korta-fakta-om-sveriges-insatser-for-att-bekampa-ebola>

⁸⁶ Socialdepartementet (2014), Uppdrag att förbereda och samordna resurser samt andra insatser med anledning av Ebolautbrottet i Västafrika, S2014/7147/FS

5 Efterspel -Vad har vi lärt?

5.1 Om viruset

5.1.1 Överlevare kan bära på Ebolaviruset

Ebolavirus har isolerats från sperma 61-82 dagar efter insjuknandet, och överföring via sperma har dokumenterats en lång tid efter klinisk återhämtning [45-48]. Den 14 mars 2015 insjuknade en kvinna och den 20 mars bekräftades Ebola genom RT-PCR⁸⁷.

Patienten rapporterade ett oskyddat vaginalt samlag den 7 mars 2015 med en man som diagnostiserats med Ebola den 9 september 2014. Epidemiologisk kunskap och tillgängliga laboratorieresultat tydde på att patienten exponerats för Ebolavirus via en sexuell kontakt med en överlevare vars sperma var PCR-positiv 199 dagar efter en trolig Ebolavirusinfektion (från 9 september 2014 till 27:e mars 2015) [49].

Baserat på olika uppgifter som har insamlats rekommenderar CDC att sexuell kontakt med manliga Ebola-överlevare bör undvikas tills mer information om smittsamhet och virusutsöndring är känd. Användning av RT-PCR-testning av sperma kan också vara ett användbart verktyg för att förhindra överföring av Ebolaviruset. En medvetenhet behövs om möjlig sexuell överföring från överlevande till partners och vikten av förebyggande åtgärder. Ytterligare studier planeras för att bestämma överlevnad och utsöndring av Ebolavirus från andra kroppsvätskor [50].

5.1.2 Ebola i avloppsvatten

Resultaten från en relativt ny studie [51] tyder på en risk för smitta från kontaminerat avfall. Dessa resultat visar bl.a. en längre överlevnadstid av Ebolavirus i avloppsvatten än vad som tidigare antagits. För att bemöta denna risk uppdaterade WHO i januari 2015 sina riktlinjer till att förvara sanitärt avfall under minst en vecka före ytterligare hantering, transport eller kvittblivning. Syftet är att låta Ebolaviruset ”dö ut”. Baserat på resultaten i denna studie kan man uppskatta en 99,9 % reduktion av Ebolavirus under denna vecka. Även om det fortfarande är okänt om Ebolaviruset kan smitta via kontaminerat avfall vill författarna lyfta fram kunskap och mana till ett försiktigt förhållningssätt till hantering av kontaminerat avfall under ett utbrott av Ebolavirus eller andra virus där kunskapsluckor finns.

5.2 Om beredskap och respons

5.2.1 Det internationella systemet

Utbrottets magnitud har accentuerat behovet att reformera WHO. Bland annat har skapandet av en icke-politisk, semi-autonom WHO-grupp av experter föreslagits, vars bedömningar måste tas i beaktande av WHO:s ledning. Gruppen ska ansvara för tidig varning vad gäller framtida globala epidemier, verka för en förbättrad sjukdomsrapportering i medlemsländerna och snabbt kunna skicka ut team av läkare, sjuksköterskor och logistiskt stöd till drabbade områden i händelse av nya epidemier. Vidare gavs betydelsen av hälsa i krishantering stort utrymme i den tredje världskonferensen om Disaster Risk Reduction i Sendai, Japan 2015.⁸⁸

⁸⁷ Reverse transcriptase polymerase chain reaction, d.v.s. PCR med omvänd transcription.

⁸⁸ Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030 antogs vid FN:s tredje världskonferens i Sendai, Japan, den 18 mars, 2015. Sendai-ramverket är det efterföljande ramverket till Hyogo Framework for Action (HFA) 2005-2015. Sendairamverket bygger på faktorer som säkerställer kontinuitet i det arbete som utförts av länder och andra aktörer under HFA men innehåller också en rad nyheter. Det nya ramverket är starkt handlingsinriktat och har fyra prioriterade områden och sju mål.

På lokal nivå har kritik bl.a. från den liberianska regeringen framförts mot bristande koordinering bland givarländerna och över att extra fältsjukhus och sjukhusbäddar koncentrerats till Monrovia istället för till landsbygden där behovet var större.⁸⁹ Givarländernas regeringar har framför allt fokuserat på att finansiera och bygga Ebolacentra. De har däremot inte skickat tillräckligt mycket personal, något som kritiserats av Läkare utan gränser.⁹⁰ Hjälporganisationerna i de drabbade lokalsamhällena och regeringarna i de drabbade länderna har till stor del fått klara sig själva, vilket förvärrade den humanitära krisen. Som första insats inom ramen för FN:s fredsfrämjande uppgift som tillkommit till följd av ett sjukdomsutbrott signalerade UNMEER att FN tog frågan på största allvar, och således blev utbrottet och responsen av stor symbolisk betydelse. Det har emellertid riktats kritik mot UNMEER att insatsen kom för sent (februari 2015), och avslutades för tidigt (juli 2015), samt var perifer och oförmögen att samverka med det humanitära systemet under den tid den fanns på plats. Exempelvis förlades insatsens högkvarter i Accra, Ghana, på behörigt avstånd från utbrottets epicentrum.⁹¹

5.2.2 Militärens roll under Ebolaepidemin

Redan innan Läkare utan gränser efterfrågat en militär intervention var militära insatser redan på plats eller på väg [52].⁹² De militära insatserna koncentrerades huvudsakligen till att etablera behandlingscentra (Ebola Treatment Units, ETU) och att träna lokala hälsoarbetare. Den relativt sena responsen och det höga riskmedvetandet hos militären med bl.a. en ”no-touch-care” princip medförde att effekten av insatserna i vissa fall blev begränsade. På de elva behandlingscentra (Ebola Treatment Units, ETU) som den amerikanska militären byggde (det första öppnade i november 2014 och det sista färdigställdes i januari 2015) behandlades exempelvis endast 28 patienter. Nio centra tog inte emot några patienter alls.

En studie över civil-militär samverkan under Ebolautbrottet har dock visat att militärens stöd i stort uppfattats som nödvändigt och välkommet.⁹³ En av de främsta fördelarna med det militära stödet är logistikresurserna man förfogar över, speciellt resurser som helikoptrar och flygplan, något som många frivilligorganisationer saknar. Denna typ av stöd var kritisk för responsen under hösten 2014. Militära organisationer är tränade i att snabbt och effektivt förflytta stora mängder människor och utrustning. Viktigt att ha i åtanke är att fördelningen mellan civila och militära resurser bör planeras och genomföras i enlighet med principen om ”last resort” (Oslo Guidelines).⁹⁴

5.2.3 Behovet av lokal förankring

I de värst drabbade länderna, Guinea, Sierra Leone och Liberia, fanns sedan tidigare en undermålig och överbelastad sjukvård, och en djup misstro mot staten och myndigheterna [40]. Det fanns även en misstro mot den internationella responsen som accentuerats av att internationella team vars fokus legat på de medicinska och kliniska aspekterna av sjukdomen, utan förståelse för lokalsamhällenas perception av den uppkomna situationen. Lokalbefolkningen hade ofta svårt att ta in förekomsten av medicinsk personal i rymdliknande dräkter som förde bort deras anhöriga till fängelselikande strukturer. Några

⁸⁹ McNiel, D.G. (2014)

⁹⁰ Läkare utan gränser (2014a) ”Ebolainsatsen är ett dubbelt misslyckande”
<http://www.lakareutangranser.se/nyhet/ebolainsatsen-dubbelt-misslyckande>

⁹¹ Adam Kamradt-Scott, Sophie Harman, Clare Wenham and Frank Smith III. Saving Lives: The civil-military response to the 2014 Ebola outbreak in West Africa
<https://sydney.edu.au/arts/ciss/downloads/SavingLivesPDF.pdf>

⁹² White House (2014) Fact Sheet: The U.S. Response to the Ebola Epidemic in West Africa. October 6, 2014.
<http://www.africom.mil/newsroom/document/23689/fact-sheet-the-u-s-response-to-the-ebola-epidemic-in-west-africa-oct-6-2014>,

⁹³ Adam Kamradt-Scott, Sophie Harman, Clare Wenham and Frank Smith III. Saving Lives: The civil-military response to the 2014 Ebola outbreak in West Africa
<https://sydney.edu.au/arts/ciss/downloads/SavingLivesPDF.pdf>

⁹⁴ The Use of Foreign Military and Civil Defence Assets In Disaster Relief Revision 1.1 November 2007
[https://docs.unocha.org/sites/dms/Documents/Oslo%20Guidelines%20ENGLISH%20\(November%202007\).pdf](https://docs.unocha.org/sites/dms/Documents/Oslo%20Guidelines%20ENGLISH%20(November%202007).pdf)

lärdomar innefattar behovet av dialog och förtroendeskapande aktiviteter i samverkan med lokala ledare, inte nödvändigtvis formella sådana och med antropologisk expertis. Skriftlig information och radiomeddelanden räcker inte för att skapa förtroenden som möjliggör nödvändig samverkan med lokalsamhällena. Ett gott exempel på tidigare utbrott av Ebola där traditionella lokala metoder framgångsrikt kombinerats med en vetenskaplig ansats är utbrottet som skedde i Uganda 1999-2000, då Acholifolkets kulturella traditioner blev en integrerad del av responsen [21].^{95,96} Många andra viktiga lärdomar kring människors perception, rädsla och reaktioner samt orsaker till stigmatisering har dragits från utbrottet i Uganda, vilket bl.a. beskrivits av antropologen John Kinsman [34].

Andra förtroendeskapande exempel var att byta svarta liksäckar mot vita - då vitt är den traditionella färgen för sorg i Liberia. Dessutom kunde motståndet mot att skicka familjemedlemmar till behandlingscenter minskas när ogenomskinliga murar byttes mot transparenta stängsel och/eller väggar med fönster, så att allmänheten kunde få en uppfattning om vad som föregick innanför avskärmningarna.⁹⁷ Men det finns det inga allmängiltiga lösningar, utan lokala förhållanden kommer alltid att spela in. Fastän Läkare utan gränser anlät antropologer för att sprida budskap och kartlägga smittspridning gömde lokalbefolkningen i Gueckedou undan nya Ebolafall, och det fanns mycket motstånd mot smittspårning av potentiellt smittade personer.

Bill Gates varnar för kommande epidemier

En person som engagerat sig i kampen mot Ebola är filantropen och mångmiljardären Bill Gates. I en artikel i New England Journal of Medicine (2015) [53] målar han upp ett skrämmande scenario kring de epidemier världen kan komma att drabbas av i framtiden: "Vi måste förbereda oss för att framtida epidemier kan orsakas av smittämnen som sprider sig mer effektivt än Ebola". Han fortsätter med att konstatera att han ser det som en reell risk att världen kommer att drabbas av en långt mer smittsam epidemi än Ebola någon gång under de närmaste 20 åren, och påminner om att det har hänt förut - under 1900-talet drabbades vi av både spanska sjukan, HIV och SARS-viruset. Han sammanfattar med att säga att "om det är någonting som kan döda fler än 10 miljoner människor i världen, så är det en epidemi orsakad av ett naturligt utbrott eller som resultat av bioterrorism".

Utifrån detta scenario skissar Bill Gates på ett varnings- och responssystem för framtida epidemier. Han poängterar att systemet ska kunna hantera alla sorters smittsamma utbrott vare sig de är naturliga eller inträffar p.g.a. en bioterrorattack. I artikeln gör han också jämförelsen att vi globalt satsar stora summor på att möta militära hot, men att det inte finns någon effektiv global beredskap att möta det största hotet, det från smittsamma mikroorganismer. Bill Gates lyfter fram sju punkter som han anser vara viktiga för en organisation med syftet att övervaka och åtgärda epidemier. En av dessa är att han föreslår att olika staters militära enheter mer strukturerat bör användas i logistiken kring sådana operationer: "*All countries could identify trained military resources to fly people in and out of the affected countries*".

Bill Gates pekar också på åtgärder som är viktiga för smittbekämpning, t.ex. vaccinplattformar för att snabbt kunna designa och producera vaccin, digital övervakning av människors rörelsemönster m.m. Det framgår dock inte i texten hur ett världsomfattande övervaknings- och responssystem skulle finansieras. Man kan dock spekulera i att en viss del pengar kan komma från "Bill and Melinda Gates Foundation". Tidigt under hösten 2014 donerade Bill Gates via sin stiftelse 50 miljoner dollar till hjälp för de drabbade länderna i Västafrika. Pengarna gick via FN och en del andra internationella organisationer till nödhjälp i kampen mot Ebola.

⁹⁵ Leach, M. Time to put Ebola in context, Bulletin of the World Health Organization Volume 88, Number 7, July 2010, 481-560 <http://www.who.int/bulletin/volumes/88/7/10-030710/en/>

⁹⁶ Infectious Disease News (2015) Ebola 1 year later: Hard lessons learned, Infectious Disease News, April 2015, <http://www.healio.com/infectious-disease/emerging-diseases/news/print/infectious-disease-news/%7Bfe74aef0-c04d-4cc5-9a01-0ff8f50c472f%7D/ebola-1-year-later-hard-lessons-learned>

⁹⁷ Ebola's lessons, painfully learned at great cost in dollars and human lives, http://www.washingtonpost.com/national/health-science/ebolas-lessons-painfully-learned-at-great-cost-in-dollars-and-human-lives/2014/12/28/dcc8c50a-87c2-11e4-a702-fa31ff4ae98e_story.html

6 Filovirus/Ebolavirus som vapen

I boken "Biohazard" [54] beskriver den avhoppade forskaren Ken Alibek hur det forna Sovjetunionen i början av 1970-talet startade ett stort hemligt B-vapenprogram parallellt med att landet signerade B-vapenkonventionen. I programmet ingick forskning och utveckling av bl.a. Ebolavirus för biologisk krigföring [55]. Vittnesmål finns att åtminstone en sovjetisk forskare blivit oavsiktligt infekterad och avlidit av Ebola [56].

Den japanska kulturen Aum Shinrikyo, ökad för spridningen av saringas i Tokyos tunnelbana 1995, har också försökt tillskansa sig Ebolavirus som ett potentiellt biologiskt vapen [57]. År 1992 skickade de en medicinsk grupp på 40 personer till synes för att bidra och ge stöd under ett Ebolautbrott i Demokratiska republiken Kongo. Deras verkliga syfte har dock uppgivits vara att tillskansa sig Ebolavirus.⁹⁸

6.1 Farhågor

I internationella medier har risken för att Ebolaepidemin i Västafrika ska inspirera Daesh (eller ISIS; Islamska Staten i Irak och Syrien), eller andra terrorgrupper, att använda viruset som ett biologiskt vapen. Olika scenarios har målats upp, från att det är fullt möjligt att lamslå det amerikanska samhället genom avsiktlig spridning av Ebola, till att det i praktiken bara går att infektera enstaka individer genom en attack. Frågan är om det kanske räcker med en småskalig attack för att åstadkomma nationell panik. Anthony Fauci, chef vid National Institute for Allergy and infectious Diseases, fängade det hela med följande uttalande kring Ebola. *"When talking about bioterror, it's more about the terror than it is about the bio"*. Andra amerikanska myndighetspersoner har nöjt sig med att gå ut med uttalandet att det för närvarande inte finns några tecken på att ISIS har för avsikt att attackera amerikanska intressen med biologiska vapen.

6.2 Viruset var tillgängligt för många

The Guardian rapporterade den 21 november 2014 att banditer i Guinea stoppade en taxi med blodprover som innehöll Ebolavirus. Proverna lagrades i en sluten behållare när beväpnade banditer stoppade fordonet. En pressansvarig för Röda Korset i Guinea förklarade att de inte hade egna fordon för provtransport, vilket förklarar varför en taxi beställdes. Dr Hans Rosling, som var rådgivare i Liberia, konstaterar att "det finns inga säkra transporter i detta område".

6.3 Psykologiska effekter

Anthraxbreven i USA 2001 kostade fem människor livet (sammanlagt 22 insjuknade) och medförde kostnader för de amerikanska skattebetalarna på ca 320 miljoner dollar. Enbart att sanera Capitol Hill från anthraxsporer gick på 27 miljoner dollar [58]. Man kan fråga sig vad en terrorattack med ett blödarfebvirus - om än småskalig - skulle kosta ett samhälle inte bara ekonomiskt, utan även socialt med de psykologiska effekter som skulle komma att spridas.

Det finns ett flertal studier om vad olika former av bioterrorism ekonomiskt skulle kunna belasta ett samhälle. Uppskattningarna baserar sig på det valda scenariot - antalet insjuknade och de specifika egenskaper som just den utvalda bakterien eller viruset har. Siffrorna som nämns är betydande [59]. Till dessa hypotetiska uppskattningar kan man lägga de verkliga smittoutbrotten, som drabbar olika delar av världen, och de kostnader som beräknats för dessa. Här kan bl.a. nämnas utbrottet av galna kosjukan under 1990-talet, där flera europeiska länder drabbades, EHEC-utbrottet med centrum i Tyskland 2011 och det misstänkta pestutbrottet i Indien 1994.

⁹⁸ Ataxi 2000, <http://www.stimson.org/images/uploads/research-pdfs/atxchapter3.pdf>

6.4 Mikrobiologisk forensik - naturlig eller avsiktlig smittspridning?

Med hjälp av blodprover från 78 Ebolainsjuknade patienter i Sierra Leone har forskare kunnat få fram information om Ebolavirusets ursprung och smittvägar under epidemin 2014. Metodiken bygger på principen att viruset successivt samlar på sig små förändringar i arvsmassan då viruset förökas. På så sätt kan man bygga upp ett "släktträd", där man ser hur viruset förändras samtidigt och hur det breder ut sig från en eller flera smittkällor.

Allt tyder på att Ebolaepidemin under 2014 har sitt ursprung från en enda smittkälla, ett enda tillfälle där viruset passerat från sin naturliga reservoar (t.ex. ett värdjur) till en människa. Med all sannolikhet motsvaras det i verkligheten av den tvååriga pojken Emile som insjuknade med Ebolasymtom och avled i december 2013, efter att ha varit i närkontakt med fladdermöss.

Med ovan beskrivna metodik (s.k. mikrobiologisk forensik) kan forskare göra bedömningar av olika smittutbrott, och i många fall spåra smittkällan. Med metodiken kan man i många fall också avgöra om det har skett en avsiktlig spridning, oaksamhet eller om utbrottet har en naturlig förklaring. Tecken som höjer misstanken om avsiktlig spridning är om mikroorganismen inte förekommer naturligt i området, om bakterien/viruset ser ut att ha blivit genetiskt förändrat eller bär andra tecken på att komma från ett laboratorium. Exempelvis kan odling av en bakterie i ett specifikt laboratorium ge upphov till unika signaturer i arvsmassan, vilka kan användas till att koppla ihop odlingsplats med den bakterie som orsakat utbrottet. Vad gäller Ebolaepidemin i Västafrika bär den alla kännetecken på att ha uppkommit på naturlig väg.

7 Perspektiv på Ebolaviruset

7.1 En smittsamhetsjämförelse

För att få perspektiv på Ebolavirusets smittsamhet kan det vara intressant att göra en jämförelse med andra virus som nämns i bioterror-/biovapensammanhang: SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) resp. smittkoppsviruset. I tabell 2 syns det att Ebola har en långt högre dödlighet än många andra sjukdomar, t.ex. jämfört med smittkoppor (30 %) och SARS (11 %). Däremot har Ebola en betydligt lägre smittsamhet, vilket mäts som R_0 , och definieras som antalet personer som en smittsam individ i genomsnitt smittar när smittan kommer in i en mottaglig befolkning. Ebola har ett R_0 på 1,5-2 vilket kan jämföras med SARS (R_0 2-5) och smittkoppor (R_0 5-7). Jämförelsevis kan man alltså konstatera att Ebola är ett extremt dödligt virus, men det inte är mycket smittsamt.

Tabell 2. R_0 och dödlighet för några infektionssjukdomar

Sjukdom	Transmission	R_0	Dödlighet	Referens
Mässling	^a Luftburen smitta	12–18	^c 0,1–1 % ^d 1–30 %	[60]
Kikhosta	^b Luftburna droppar	12–17	^e 0,5 %	[60]
Smittkoppor	^b Luftburna droppar	5–7	^f 30 %	[61]
Röda hund	^b Luftburna droppar	5–7	^g 0-1 %	[60]
Påssjuka	Luftburna droppar	4–7	^h 0-1 %	[60]
SARS	^a Luftburen smitta	2–5	ⁱ 9,6 % (6,6- 18 %)	[62]
Influensa, Spanska sjukan 1918)	^b Luftburna droppar	2-3	^j 3-6 %	[63]
Ebola, (utbrott 2014)	^b Luftburna droppar	1,5–2,5	^k 28-67 %	[64]

^a Luftburen smitta orsakas av små partiklar, mindre än 5 µm i storlek, förblir infektiösa under en längre tid och kan spridas långa sträckor (CDC 1996).

^b Luftburna droppar är större partiklar > 5µm, som sprids kortare sträckor (< 1 m) och är kortlivade i luft samt kräver nära kontakt med en smittbärare för effektiv smitta, (CDC 1996), <http://nursing.fullerton.edu/currentStudent/corerequireddocs/Aerosol%20transmitted.pdf>

^c industrialiserade;

^d utvecklingsländer, barn under 5 år. http://jid.oxfordjournals.org/content/189/Supplement_1/S4.full.pdf+html

^e barn under 1 år; <http://www.cdc.gov/pertussis/about/complications.html>

^f varierar beroende på klinisk form (ordinary, modified, malignant (or flat), and hemorrhagic), Rao, A. R. (1972). Smallpox. Bombay: Kothari Book Depot. OCLC 723806

^g av 12,5 miljoner fall av röda hund (1964-65) upptäcktes 20 000 fall av kongenitalt rubella syndrom; 11 000 var döva, 3500 blinda och 1800 utvecklingsstörda. Dessutom 2 100 neonatala dödsfall och mer än 11 000 aborter

^h komplikationer har inträffat i mindre än 1 % av fallen under de senaste amerikanska utbrotten (2006-2010). Inga dödsfall har rapporterats i USA under de senaste utbrotten.

ⁱ <http://www.who.int/csr/sars/country/en/>

^j <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3291398/>

^k https://en.wikipedia.org/wiki/West_African_Ebola_virus_epidemic

Det finns ytterligare en variabel som kan vara av intresse att jämföra, och det är den hastighet med vilken viruset sprids. På engelska benämns denna egenskap ”*average serial interval*” och är en slags ”generationstid”, d.v.s. hur lång tid det i medeltal tar för en sjuk person att smitta en annan person och att denna person i sin tur blir smittsam. Med en längre generationstid finns det större möjlighet till smittspårning och isolering av den sekundärsmittade personen. Generationstiden för Ebola ligger högre än SARS, och är i paritet med smittkoppor.

7.2 Egenskaper hos Ebolavirus

7.2.1 Morfologi

Ebolavirus (och Marburgvirus) är långsmala virus som tillsammans bildar trådlika strukturer (från latinets *filum*, som betyder tråd), upp till 14 000 nm långa, med en diameter av ca 80 nm. Dessa bildar virusstrukturer som kan ha flera olika former (t.ex. i form av en 6, ett U eller en cirkel), se figur 3. Viruspartikeln innehåller en spiralförmig nukleokapsid (proteiner som omger arvsmassan) med en central axel som är mellan 20 och 30 nm i diameter [48, 65-68]]. Allt detta är inneslutet av ett lipidmembran [48, 67]. Varje virus innehåller en RNA-sträng av negativ polaritet [66, 67].

7.2.2 Sjukdomsbild för Ebola

Virala hemorragiska febvirus antas ha en smittsam dos av 1-10 organismer. Detta har visats genom aerosolförsök, bl.a. i apor [69]. Inkubationstiden är beräknad till 2-21 dagar [45, 70, 71]. Tidiga tecken på infektion är ospecifika och influensaliknande och kan även kan omfatta plötslig feber, huvudvärk, muskelvärk, kräkningar, diarré och buksmärtor [72]. Mindre vanliga tidiga symptom är konjunktivit (rödsprängda ögon), halsont, utslag, blödningsbenägenhet, chock, hjärnödem och koagulationsrubbningar. Dessutom kan sekundära bakteriella infektioner uppstå senare under infektionen [65].

Blödningssymptomen kan börja redan 4-5 dagar efter de första initiala symptomen med t.ex. hemorragisk konjunktivit, blödande tandkött, läppsår, näsblod och vaginala blödningar [73]. Dåliga prognostiska tecken vad gäller patientens överlevnad är hög viremi (antal virus i blod) [74], nedsatt vakenhetsgrad, ledvärk, ihållande hicka och synpåverkan [70]. Ökad blödningsbenägenhet åtföljs ofta av leverskador och njursvikt med multiorganpåverkan [45, 48]. Gravida kvinnor spontan aborterar foster med kraftiga blödningar som följd [2, 48]. Dödligheten varierar mellan 50 och 100 %. De flesta dör av hypovolemisk chock (omfattande vätskeförluster) följt av multisystemorgansvikt [75].

7.2.3 Behandling av Ebolasmittade individer

Det finns för närvarande ingen effektiv antiviral behandling av Ebolavirusinfektioner [29, 76] och ingen vedertagen profylax mot Ebolavirus. Vården av Ebolavirusmittade personer grundar sig enbart på isolering och symtomatisk omvårdnad samt understödjande behandling [65], inriktad på att bevara organfunktion och elektrolytbalans samt bekämpa blödning och chock [3, 77]. Eftersom antikroppar i blodet kan bidra till att bekämpa den dödliga infektionen har konvalescent serum från Ebola-överlevande blivit en eftertraktad vara. I kampen mot Ebola har rapporter om en svart marknad av blod från överlevare uppstått, enligt WHO. Denna illegala marknad kan bidra till spridningen av andra sjukdomar, såsom HIV.

Vårdinrättningar med tillgång till medicinsk expertis kan öka överlevnaden genom att tillhandahålla god allmän personvård inklusive hydrering. Sjukdomen drabbar män och kvinnor lika och majoriteten av dem som insjuknat med Ebolafeber är mellan 15 och 45 år. För de äldre (över 45 år) har en dödlig utgång varit högre under den pågående epidemin (detta har också noterats under tidigare utbrott). I en artikel från oktober 2014 i Voice of America påstår Ruth Kauffman (sjuksköterska som arbetar för Läkare utan gränser) [78], att gravida kvinnor endast sällan överlever.

I augusti 2014 rapporterades det att vårdpersonal representerade nästan 10 % av alla smittade liksom av dödsfallen, vilket avsevärt försämrat förmågan att bekämpa utbrottet. Den 22 februari 2015 rapporterade WHO att sammanlagt 854 hälsoarbetare hade infekterats och 496 av dem hade dött.

7.2.4 Virusets värdsspecifitet

Människor och olika arter av apor, schimpanser, gorillor och babianer kan bli smittade av Ebolavirus [3, 14, 29, 45, 48, 79-85]. Serologiska tecken på Ebolavirus har även hittats i serum från tamhundar, vilket tyder på en asymtomatisk infektion, sannolikt efter exponering från smittade människor [86, 87]. Ebolavirus RNA har också upptäckts i två arter av gnagare och en art av näbbmus som lever i skogsgränsområden. Dessa fynd indikerar möjligheten att dessa djur kan vara reservoarer för Ebolavirus [88]. Experimentella studier med viruset har gjorts i mus-, gris-, marsvin- och hamstermodeller, vilket tyder på att vildtyp Ebolavirus har begränsad förmåga att orsaka sjukdom i dessa djurmodeller [89, 90].

Fladdermöss anses trots allt vara den troligaste reservoaren för viruset. Serologiska tecken på infektion med Ebolavirus (antikroppsupptäckt att EBOV, ZEBOV och/eller REBOV) har rapporterats hos flyghundar (en variant av stora fladdermöss) som samlats in från skogsområden i närheten av Ghana och Gabon, och i en låg frekvens också i fladdermöss som insamlas i Kina och Bangladesh [25, 76, 91, 92].

7.2.5 Smitta och spridningsvägar

Under ett utbrott har man som hypotes att den första patienten blir smittad genom kontakt med ett infekterat djur [3]. Överföring från person till person sker därefter via nära personlig kontakt med en smittad person, deras kroppsvätskor under sena stadier av infektion eller efter dess död [3, 45, 48, 93]. Vårdrelaterade infektioner kan uppstå genom kontakt med infekterade kroppsvätskor, t.ex. vid användning av material, t.ex. kanyler eller annan medicinsk utrustning som har smittats av dessa kroppsvätskor [45, 48]. Människor kan också smittas vid hantering av sjuka människor eller kroppar från avlidna människor, vid förberedelse av begravningar eller vid hantering av sjuka eller döda apor [39, 48, 66]. I laboratoriemiljö har apor utsatts för Ebolavirus i aerosolform från smittade svin, men luftburen överföring till apor har inte kunnat visas [45, 66, 70, 94, 95]. Utsöndring av virus har dock observerats i Näs och svalg sekret och i rektala svabbar från svin efter experimentell infektion [80, 81]. Sekundärsmitta mellan människor sker genom nära kontakt med infekterade personer; direkt kontakt med smittat blod, vävnad eller kroppsvätskor eller felaktig nålhygien [45, 48]. Det är känt att smitta kan ske under begravningar och preparering av kroppar inför en begravning [39, 48, 50, 66].

Det är intressant att notera att i en rapport där man använde experimentellt infekterade rhesusapor (*Macaca mulatta*) fann man att två av tre kontrollrhesusapor, som inte hade direkt kontakt med de experimentellt inokulerade aporna, också dog av Ebolavirusinfektion (dag 10 och 11 efter den sista experimentellt infekterade apan dött). Den mest sannolika smittvägen för smitta till kontrollaporna var aerosol, oral eller konjunktival exponering genom droppar som utsöndrats från de experimentellt inokulerade aporna. Efter undersökning påträffades virus i samtliga fyra undersökta vävnader från aporna. Den högsta viruskoncentration observerades i lunga från en kontrollapa (5-7 log₁₀ PFU/g), följt av virus i lymfkörtlar och hjärta (4-5 log₁₀ PFU/g) [96].

Filovirus (Ebola- och Marburgvirus) har vid ett flertal studier visats smitta experimentellt via luftvägar i aerosolkammare [96, 97] och därför kan dessa virus betraktas som ett möjligt biologiskt vapen eller ett agens som kan användas vid bioterrorism [6, 79]. Enligt Belanov [98] och Chapurnov *et al.* [99] har stabiliteten för MARV i aerosol och intorkat på olika typer av substrat undersökts i det gamla Sovjetunionen. Dessutom finns det rapporter att MARV har vapenanpassats [100]. Filovirus klassas som ett kategori A biologiskt agens av CDC p.g.a. den höga dödligheten och att de är lätta att sprida, samt att låga smittdosor av Filovirus är tillräckliga för att orsaka svår sjukdom, vilket visats i djurmodeller [6].

7.2.6 Kan Ebolaviruset mutera och bli luftburet?

En angelägen fråga är om Ebolavirus har förändrats under det aktuella utbrottet. Den snabba spridningen av epidemin antyder att det kan finnas något som möjliggör att det smittar lättare från en person till en annan. Kristian Andersen, en virolog vid Broad Institutet i Cambridge, Massachusetts, är noga med att påpeka att det inte finns några uppgifter som tyder på detta, även om en handfull forskare har tagit upp farhågor om att viruset kan mutera till en luftburen form. De flesta forskare anser dock att det är osannolikt att viruset kan förändras så dramatiskt på så kort tid. Genetiska analyser har visat att denna stam av Ebolavirus (ZEBOV) har muterat hundratals gånger efter att den avvek från den tidigare formen av Ebolavirus (för ungefär tio år sedan) [100], men man vet ännu inte om någon av dessa mutationer har förändrat egenskaperna hos viruset. Istället tros smittspridningen bero på det faktum att det uppkommit i ett område i Afrika där människor var obekanta med viruset och hur man kontrollerar det. Forskare genomför nu mer detaljerade studier av viruset för att bättre förstå dess ursprung och egenskaper.

7.2.7 Personligt skydd

Oavsiktlig exponering för smittsamma aerosoler, droppar eller direkt kontakt med hud, slemhinnor, blod, serum, urin, andnings- och halssekret samt sperma och organ från smittade människor eller djur utgör den viktigaste källan för smitta [45, 48, 101, 102].

Personal som arbetar med Ebolainfektat material eller Ebolavirusinfektade patienter måste för att undvika smitta, byta kläder, inklusive underkläder, till speciella heltäckande laboratoriekläder och -skor. Ytterligare skydd kan behöva bäras över laboratoriekläderna såsom speciella plastförkläden, ”fast-front”-kläder med åtsittande handleder, handskar och andningsskydd eller dylikt när smittsamt material hanteras. Skyddsglasögon ska användas om det finns risk för exponering via stänk. Ebola smittar, som tidigare beskrivits, genom kroppsvätskor och genom aerosol, t.ex. genom kräkningar, som antas kunna sprida virus på ett avstånd på upp till tre meter. Skyddsutrustning som tidigare utvecklats för användning under epidemier av detta slag har visat sig undermålig vid arbete i Västafrika, vilket indikeras av det stora antalet smittade och dödsfall bland personal i Västafrika. Under augusti 2014 rapporterades att nära 10 % av Ebolafallen, inklusive dem med dödlig utgång, drabbade personal inom hälso- och sjukvård. Erfarenheten från detta utbrott är att nytt skyddsmaterial och/eller annan design behöver utvecklas [103].

Den utrustning som används för personskydd och rutiner vid sanering är av yttersta vikt, så att den personal som arbetar med att bekämpa epidemin inte blir smittad. Detta bör kunna avhjälpas med rätt typ av utrustning och effektiv sanering av infektiöst material i kombination med adekvat utbildning. Laboratieverksamhet med infektiöst material ska utföras i lokaler med skyddsnivå 4 (BSL-4) med utrustning och rutiner för arbete med smittsamt eller potentiellt smittsamt material. Laboratiearbete ska ske i biologisk säkerhetsbänk (BSC) i kombination med en luftbarriär eller i en klass III BSC säkerhetsbänk. Centrifugering av infekterat material måste ske i slutna behållare som placerats i rotor i förseglade säkerhetskoppar som öppnas i säkerhetsbänk. Positiva tryckdräkter ska regelbundet kontrolleras för läckor. Användning av nålar, sprutor och andra vassa föremål bör vara strikt begränsad. Öppna sår, skärsår, repor och skrubbsår bör täckas med vattentätt förband. Ytterligare försiktighetsåtgärder bör övervägas med arbete som involverar djuraktiviteter.

7.2.8 Laboratoriesmitta

En incident med laboratoriesmitta, som nästan ledde till döden, inträffade 1976 i ett engelskt laboratorium [104]. En schweizisk zoolog blev smittad av Ebolavirus efter att ha utfört en obduktion på en schimpans 1994 [105]. En annan incident inträffade i Tyskland 2009, då en vetenskapsman stack sig själv med en nål som precis hade använts på en mus som var infekterad med Ebolavirus. Infektion kunde dock inte bekräftas. Ytterligare händelser har registrerades i USA 2004 och i Ryssland 1996 och 2004 [56, 106].

7.2.9 Ebolavirus överlevnad utanför värden

Filovirus har rapporterats kunna överleva i veckor i blod och kan även överleva på förorenade ytor, speciellt vid låga temperaturer (4 °C) [98, 107]. I en studie utförd med Lake Victoria Marburgvirus (MARV) och Ebolavirus Zaire (ZEBOV) visade man att dessa virus kan överleva under långa perioder i olika typer av flytande media och odlingsbart virus kunde också utvinnas från plast och glasytor vid låga temperaturer. När Ebolavirus i vävnadsodlingsmedia torkades in på glas och lagrades vid 4 °C, överlevde Zaire Ebolavirus i över 50 dagar [108, 109]. De substrat som användes var av plast (polyvinylklorid), metall (rostfritt stål) och glas (glas täckglas, Fisher, Loughborough, UK) och får lufttorka i 30 min. Skivor lagrades vid + 4 °C eller rumstemperatur vid en relativ luftfuktighet på 55 ± 5 %. Ebola Reston visade en signifikant bättre överlevnad som aerosol än de två övriga [108]. Denna information är baserad enbart på experimentella data och inte baserad på observationer i naturen. Denna information är dock avsedd att användas för att stödja lokala riskbedömningar i en laboratoriemiljö.

I en annan studie där Ebolavirus intorkats på glas, polymera silikongummi eller på målad aluminiumlegering är viruset i stånd att överleva i mörker under flera timmar under betingelserna 20-25 °C och 30-40 % relativ fuktighet (mängden virus minskade till 37 % efter 15,4 timmar), men mindre stabilt än andra virala hemorragiska febvirus som lassafebvirus [102].

I försök som utförts i infekterade och avlivade apor har virus konstaterats viabla under ca 1 vecka medan virus arvs massa kan identifieras efter ytterligare en vecka.

7.2.10 Framställning av syntetiskt Ebolavirus

År 2002 etablerade en tysk forskningsgrupp ett s.k. reverse-genetiksystem. Genom denna metod kan Ebolavirus, inklusive nya varianter av viruset, framställas från syntetiskt utgångsmaterial [110]. Sedan dess har ett växande antal grupper genom denna teknik rapporterat framställning av Filovirus i sina laboratorier, liksom många andra virus. Några exempel är vildtyps- eller laboratorieadapterat Ebolavirus (EBOV) variant Mayinga, vildtyp Marburgvirus (MARV) Musoke samt Ebola Reston virus, variant Pennsylvania. Det senaste tillskottet i denna samling av laboratorieframställda virus är också framställningen av den västafrikanska Ebolavirusvarianten Makona [111].

7.2.11 Odling av Ebola- och Marburgvirus

Filovirus kan odlas i odlingsflaskor som innehåller celler från ett flertal olika arter, bl.a. njurceller från afrikansk grön markatta (den vanligaste cellinjen för virusodling). Cellerna odlas före och under infektion i ett speciellt cellodlingsmedium till ca 10^7 - 10^8 virus/ml medium.

7.2.12 Analys och identifieringsmetoder

Definitiv diagnos på Ebolasmita kan snabbt fastställas i ett väl utrustat laboratorium genom en mängd olika metoder, inklusive RT-PCR för att upptäcka virus-RNA, ELISA-baserade tekniker för att upptäcka anti-Ebola-antikroppar eller virala antigener, (immun)elektronmikroskopi för att upptäcka Ebolaviruspartiklar i vävnader och celler och indirekt immunofluorescens för att upptäcka antivirala antikroppar [45, 48, 73]. Man kan notera att Marburgviruset är morfologiskt oskiljbart från Ebolavirus och att laboratoriearbete med dessa virus är extremt farligt [45, 48, 73, 101].

7.3 Utvecklingen av vacciner alternativt antiviral terapi

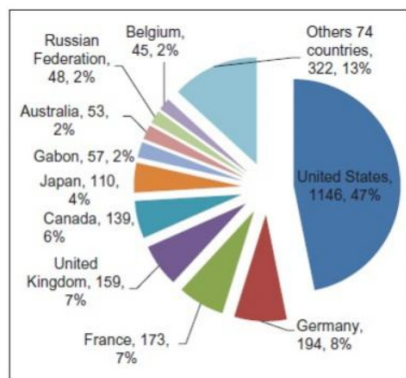
Flera lovande vaccinkandidater har visat sig skydda icke-humana primater (apor, vanligtvis makaker) mot dödlig infektion. Konventionella försök att studera effekten av exponering av människor för Ebolavirus efter immunisering är uppenbarligen inte möjliga i detta fall. Vid dessa situationer kan licensieringen godkännas på grundval av djurmodellstudier, i kombination med tecken på säkerhet och potent immunsvär (antikroppar i blodet) i människa. Kliniska försök involverar administrering av vaccinet till friska humana individer för att utvärdera immunsvaret, identifiera eventuella biverkningar och bestämma lämplig dos.

För att ta itu med det akuta behov av forskning p.g.a. Ebolakrisen mobiliserade EU-kommissionen under mars 2015 € 24,4 miljoner från EU:s ramprogram Horizon 2020, för forskning och innovation till stöd för flera företag som bl.a. utvecklar vacciner⁹⁹, bl.a. GlaxoSmithKline, Genetics, Johnson & Johnson och Bavarian Nordic. Ytterligare ett företag, Emergent BioSolutions, konkurrerade genom tillverkning av nya doser av ZMapp, för behandling av Ebolavirus, som ursprungligen utvecklades av Mapp Biopharmaceutical. Leveranser av ZMapp tog slut i oktober 2014. I januari 2015 meddelade WHO:s biträdande generaldirektör för hälso- och sjukvårdssystem och innovation att ett vaccin som utvecklats av Merck och GlaxoSmithKline visat en acceptabel säkerhetsprofil under tidig testning och kommer att testas i storskaliga försök i Liberia, Sierra Leone och Guinea. Försöken kommer att inkludera 27 000 personer och består av tre grupper. Det fanns rapporter om att detta vaccin orsakar mild ledvärk i händer och fötter, men i slutändan anses inte detta tillräckligt allvarligt för att avbryta forskningen.

En forskningsgrupp vid University of Texas at Austin har utvecklat ett nasalt EVD-vaccin spray, som i försök med apor gav 100-procentigt skydd vid test mot dödligt Ebolavirus [112]. Intressant att notera är att när samma vaccin injicerades överlevde endast hälften av aporna. Vaxart Inc. har utvecklat en vaccinteknologi i form av en temperaturstabil tablett. I januari 2015 meddelade Vaxart Inc. att man hade säkrat finansiering för att utveckla sitt Ebolavaccin till fas 1 kliniska försök.

Ett antal antivirala ämnen har också testats. De flesta preparaten har inte visat någon effekt, och i vissa fall har testerna varit inkompleta och slutsatser har därför inte kunnat dras. Några preparat har dock varit lovande, t.ex. Favipiravir, som ursprungligen framställdes för att behandla influensa. Detta preparat har under nio dagar getts oralt till över 200 patienter. Tyvärr saknas kontrollgrupper varför inga säkra slutsatser kan dras, dock verkar dödligheten sjunka ner till 15 % bland vuxna individer med låg mängd virus i blodet. Historiskt uppskattas dödligheten till det dubbla för denna kategori. TKM-100802 (SiRNA) är en kort RNA-sekvens som har förmågan att klyva Ebolavirus RNA. Detta preparat liksom Zmapp och MIL-77, som bägge är en cocktail av tre monoklonala antikroppar med samma sekvens (fast producerat med olika metoder), ger ett 100-procentigt skydd i apa, men inga data från människa är ännu tillgängliga. Ett antal nukleosidanaloger är också tillgängliga för kliniska tester och ett interferonpreparat, som är godkänt för behandling av hepatit B och C.

⁹⁹ https://ec.europa.eu/research/health/pdf/ebola_research_overview.pdf



Figur 7. Åttiofyra länder och 160 institutioner har fram till december 2013 bidragit med 2446 artiklar om Ebolavirus, sammanlagt 157 tidskrifter. Journal of Virology har publicerat 257 av dem (10,5%). Tio länder stod för 86,8% av publikationerna, USA är det ledande landet med 1146 artiklar¹⁰⁰. Världen över har 160 institutioner bidragit. Heinz Feldmann vid National Institute of Allergy and Infectious Diseases är den ledande författaren inom detta område.

Det ryska vaccinet

Under ett möte med WHO:s generaldirektör Margaret Chan i oktober 2014 erbjöd Rysslands president Vladimir Putin sig att skicka ett ryskutvecklat Ebolavaccin till Västafrika, som Moskva hävdar är mycket effektivt. Rysslands hälsominister Veronika Skvortsova förklarade att ryska vetenskapsmän i Guinea, assisterade av forskare vid två virologiska institut i Ryssland, har utvecklat tre experimentella Ebolavaccin. Ett är baserat på en existerande stam av Ebola, medan de andra två är genetiskt manipulerade i laboratoriet. Det förstnämnda vaccinet heter Triazoverin och utvecklades av Uralgrenen av Rysslands Vetenskapsakademi i samarbete med hälsoministeriets institut för influensastudier, rapporterade den ryska nyhetsbyrån TASS. Vaccinet har enligt uppgift en verkningsgrad på 70-90 %, som visar effektiviteten mot hemorragisk feber orsakande virus såsom Marburg. Däremot har ingen information hittats om drogen testats mot Ebolavirus. Hon beskrev också två andra föreningar också under utredning. Efter denna förklaring, hörde vi inget mer om Triazoverin.

I februari 2016 meddelade Skvortsova, *"i laboratoriemiljö genom detta serum gör det möjligt att helt neutralisera Ebola, med nästan 100 procent effekt. Vaccinet är helt säkert, och har nästan ingen biverkning, liksom att det erbjuder en oöverträffad immunitet"*.

Efter detta meddelande ... tystnad.

¹⁰⁰ <http://www.jscires.org/article/129>

Tabell 3. Vacciner i kliniska tester

Vaccin	Företag	Komponent	Effekt
Chimp adenovirus 3 vectored glycoprotein (cAd3-EBO Z). Booster med MVA-BN testas också	GlaxoSmithKline och National Institute of Allergy and Infectious Diseases (NIAID)	schimpans adenovirus (ChAd3). Uttrycker glykoproteiner från Ebola Zaire och Sudan	Antikroppar i 20/20 vaccinerade frivilliga (människor). Fas 1 http://en.wikipedia.org/wiki/CAd3-ZEBOV . Fas 3 startar april 2016. Lyckad fas 2 med MVA-BN booster i 30/60 patienter.
VSV-EBOV	Utvecklat av Public Health Agency of Canada Merck Inc.	Vesicular stomatitis virus. Uttrycker glykoproteiner från Ebola Zaire	Från april 2015 fas 3-studie med en enda dos av VSV-EBOV börjar i Liberia efter en lyckad fas 2 studie. "Ebola test vaccines appear safe in Phase 2 Liberian clinical trial". Fas 3 i Guinea indikerar att vaccinet är "highly efficacious and safe"
Ad26.ZEBOV/ MVA-BN	Johnson & Johnson (Janssen, och Bavarian Nordic).	AdVac® teknologi från Crucell Holland och MVA-BN® teknologi från Bavarian Nordic (vaccinia virus)	Ad26.ZEBOV (humant adenovirus serotyp 26 (Ad26) som uttrycker ebolaviruset glykoprotein medan den andra komponenten MVA-BN är Modified vacciniavirus Ankara -. Bavarian Nordic (MVA-BN) Filo-vektor. Fas 2 med 612 frivilliga inleddes i juli 2015. En fas 2 studie som omfattar 1200 frivilliga, har inletts i Sierra Leone oktober 2015.
Glykoprotein (GP) nanopartiklar	Novavax Inc.	Ebolavirus (EBOV GP) rekomb. protein samt Matrix-M immunologisk adjuvans.	Novavax har genomfört två primatstudier och har inletts en klinisk fas 1 i februari 2015. Humana Fas 1 resultat visade att Ebola GP vaccin (med adjuvant) var mycket immunogent vid alla dosnivåer
EBOV EBOVΔVP30 Hel-virus vaccin	Forskare	Replikerings-defekt och kemiskt inaktiverat virus	Skyddar möss, marsvin och primater mot dödlig smitta, https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4565490/pdf/nihms719354.pdf
Triazoverin	Russia's Vector research center of virology/ biotechnology	tvåvektorravaccin: "The vaccine includes an RNA and DNA-containing virus"	Kliniska tester enligt Gamalei Institute. "92 frivilliga, inklusive pilotstudier ", konstaterade virolog Yana Simakova, vaccinet visar "100 % effektivitet." Institutet lovar data som bekräftar detta inom en snar framtid.
Adenovirus type-5 vector-based Ebola vaccine	Beijing Institute of Biotechnology Kina	Uttrycker glykoproteiner från 2014 virus i en ny adenovirus vektor	Vaccinet framkallar immunsvär inom 14 dagar med hög säkerhet och immunogenicitet, http://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(15)60553-0.pdf

8 Slutord

Nu när den omedelbara humanitära kris, som Ebolautbrottet i Västafrika orsakade har ebbat ut, flyttas världens uppmärksamhet mot nya kriser och andra prioriteringar. Det kommer ständigt nya utbrott av smittsamma sjukdomar; frågan är hur snabbt dessa kommer att identifieras, och hur effektivt de kommer att bekämpas. En av de största utmaningarna inför framtiden är att investera proaktivt. Men innan människor drabbas finns det ett begränsat politiskt intresse i att spendera resurser. Det internationella samfundet tvekar att förebygga och förbereda sig mot något som inte har inträffat, och mot något som kanske inte kommer att inträffa. Vi tenderar att agera reaktivt, snarare än proaktivt.

Resurser och medicinsk infrastruktur som krävs för att förutse, identifiera, detektera och förhindra utbrott må vara kända. Det inbegriper t.ex. sjukdomsövervakning, smittspårning, isolering och vård. Därutöver krävs samhällsengagemang och kommunikation. En underutnyttjad resurs, delvis på grund av säkerhetsklassning, är militär medicinsk logistik och underrättelsearbete. Betydelsen av en samverkan över organisatoriska gränser kan inte nog understrykas.

Nödvändigheten att stärka folkhälsan mot smittsamma sjukdomsutbrott är inte unik för Västafrika eller för Ebola. Hanteringen av Zika-virus epidemin har visat liknande brister i Latinamerika och i Karibien, liksom hanteringen av MERS (Middle East Respiratory Syndrome) i Mellanöstern och Asien.

Många av de liv som gått förlorade under Ebola epidemin i Västafrika kunde ha räddats om den internationella responsen skett snabbare, och om de hårdast drabbade länderna Guinea, Sierra Leone och Liberia hade varit bättre förberedda. Vi vet vad som behöver sättas på plats, och även om finansieringsbehoven är stora så är det mer kostnadseffektivt att investera i beredskap än att spendera i respons. Det kan inte uteslutas att det om några år kommer ett nytt utbrott som än en gång dödar tusentals människor och som kanske får ännu vidare geografisk spridning. Kommer det internationella samfundet då vara bättre rustat?

I samhällen med att djupt rotade kulturella och traditionella beteenden, i kombination med en djup misstro till myndigheter, ifrågasätts modern sjukvård inklusive dess institutioner. När man där föreslår förändringar i ett traditionellt beteende får det ofta negativa konsekvenser. Förtroende kan bara byggas genom att en ömsesidig förståelse och med stor respekt för det lokala perspektivet. Detta kan bara uppnås genom att interagera med lokala ledare och samhällsmedborgare, lyssna på deras oro med empati samt införliva deras preferenser i genomförandet av förebyggande och smittbegränsande åtgärder.

Tackord

Slutligen vill vi rikta ett stort tack till rapportopponenten, Professor/överläkare Fredrik Elgh för ett kritiskt granskande av rapporten, och för många bra förslag till förbättringar. Ett tack riktas även till Ulf Törnebladh, Socialstyrelsens sakkunnige läkare och ansvarig för Ebolafrågor, och till våra medarbetare för förslag och tips. Tack också till Maiken Karlsson och Petra Olofsson för hjälp med text och formateringar i samband med färdigställandet av denna rapport.

9 Referenslista

1. Mari Saez A, Weiss S, Nowak K, Lapeyre V, Zimmermann F, Dux A, et al. Investigating the zoonotic origin of the West African Ebola epidemic. *EMBO Mol Med*. 2015;7(1):17-23. Epub 2015/01/01. doi: 10.15252/emmm.201404792. PubMed PMID: 25550396; PubMed Central PMCID: PMC4309665.
2. Baize S, Pannetier D, Oestereich L, Rieger T, Koivogui L, Magassouba N, et al. Emergence of Zaire Ebola virus disease in Guinea. *N Engl J Med*. 2014;371(15):1418-25. Epub 2014/04/18. doi: 10.1056/NEJMoa1404505. PubMed PMID: 24738640.
3. Bausch DG, Sprecher AG, Jeffs B, Boumandouki P. Treatment of Marburg and Ebola hemorrhagic fevers: a strategy for testing new drugs and vaccines under outbreak conditions. *Antiviral Res*. 2008;78(1):150-61. Epub 2008/03/14. doi: 10.1016/j.antiviral.2008.01.152. PubMed PMID: 18336927.
4. Saha SN, Sen AK. Studies on the development of a medium with peptone and casein hydrolysate for the production of foot-and-mouth disease vaccine in BHK-21 cells. *Vaccine*. 1989;7(4):357-63. Epub 1989/08/01. PubMed PMID: 2554603.
5. CDC CfDC. Ebola Outbreak in West Africa (Guinea, Liberia, Sierra Leone and Nigeria). 2014 6 August. Report No.
6. Borio L, Inglesby T, Peters CJ, Schmaljohn AL, Hughes JM, Jahrling PB, et al. Hemorrhagic fever viruses as biological weapons: medical and public health management. *JAMA*. 2002;287(18):2391-405. Epub 2002/05/04. PubMed PMID: 11988060.
7. Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, Messina JP, Farlow AW, Moyes CL, et al. The global distribution and burden of dengue. *Nature*. 2013;496(7446):504-7. Epub 2013/04/09. doi: 10.1038/nature12060. PubMed PMID: 23563266; PubMed Central PMCID: PMC3651993.
8. Jonsson CB, Figueiredo LT, Vapalahti O. A global perspective on hantavirus ecology, epidemiology, and disease. *Clin Microbiol Rev*. 2010;23(2):412-41. Epub 2010/04/09. doi: 10.1128/cmr.00062-09. PubMed PMID: 20375360; PubMed Central PMCID: PMC2863364.
9. Ince Y, Yasa C, Metin M, Sonmez M, Meram E, Benkli B, et al. Crimean-Congo hemorrhagic fever infections reported by ProMED. *Int J Infect Dis*. 2014;26:44-6. Epub 2014/06/21. doi: 10.1016/j.ijid.2014.04.005. PubMed PMID: 24947424.
10. Kissling RE, Robinson RQ, Murphy FA, Whitfield SG. Agent of disease contracted from green monkeys. *Science*. 1968;160(3830):888-90. Epub 1968/05/24. PubMed PMID: 4296724.
11. Siegert R, Shu HL, Slenczka HL, Peters D, Muller G. The aetiology of an unknown human infection transmitted by monkeys (preliminary communication). *Ger Med Mon*. 1968;13(1):1-2. Epub 1968/01/01. PubMed PMID: 4968593.
12. Muyembe-Tamfum JJ, Mulangu S, Masumu J, Kayembe JM, Kemp A, Paweska JT. Ebola virus outbreaks in Africa: past and present. *Onderstepoort J Vet Res*. 2012;79(2):451. Epub 2013/01/19. doi: 10.4102/ojvr.v79i2.451. PubMed PMID: 23327370.
13. Feldmann H, Klenk HD. Filoviruses. In: Baron S, editor. *Medical Microbiology*. Galveston TX: The University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996.
14. Formenty P, Boesch C, Wyers M, Steiner C, Donati F, Dind F, et al. Ebola virus outbreak among wild chimpanzees living in a rain forest of Cote d'Ivoire. *J Infect Dis*. 1999;179 Suppl 1:S120-6. Epub 1999/02/13. doi: 10.1086/514296. PubMed PMID: 9988175.
15. Towner JS, Sealy TK, Khristova ML, Albarino CG, Conlan S, Reeder SA, et al. Newly discovered ebola virus associated with hemorrhagic fever outbreak in Uganda. *PLoS Pathog*. 2008;4(11):e1000212. Epub 2008/11/22. doi: 10.1371/journal.ppat.1000212. PubMed PMID: 19023410; PubMed Central PMCID: PMC2581435.
16. Negredo A, Palacios G, Vazquez-Moron S, Gonzalez F, Dopazo H, Molero F, et al. Discovery of an ebolavirus-like filovirus in europe. *PLoS Pathog*. 2011;7(10):e1002304.

Epub 2011/11/01. doi: 10.1371/journal.ppat.1002304. PubMed PMID: 22039362; PubMed Central PMCID: PMC3197594.

17. Barrette RW, Metwally SA, Rowland JM, Xu L, Zaki SR, Nichol ST, et al. Discovery of swine as a host for the Reston ebolavirus. *Science*. 2009;325(5937):204-6. Epub 2009/07/11. doi: 10.1126/science.1172705. PubMed PMID: 19590002.

18. Pan Y, Zhang W, Cui L, Hua X, Wang M, Zeng Q. Reston virus in domestic pigs in China. *Arch Virol*. 2014;159(5):1129-32. Epub 2012/09/22. doi: 10.1007/s00705-012-1477-6. PubMed PMID: 22996641.

19. Maconachie R BT, Tengbe P, Johnson R. Temporary labour migration and sustainable post-conflict return in Sierra Leone. *GeoJournal*. 2006;67:223-40.

20. Anne-Lise Chaber A-L A-WS, Yves Lignereux, Cunningham A, Rowcliffe M. The scale of illegal meat importation from Africa to Europe via Paris. *A journal of the Society for Conservation Biology*. 2010;Conservation Letters 3:317-23.

21. Alexander KA, Sanderson CE, Marathe M, Lewis BL, Rivers CM, Shaman J, et al. What factors might have led to the emergence of Ebola in West Africa? *PLoS Negl Trop Dis*. 2015;9(6):e0003652. Epub 2015/06/05. doi: 10.1371/journal.pntd.0003652. PubMed PMID: 26042592; PubMed Central PMCID: PMC4456362.

22. Pinzon JE, Wilson JM, Tucker CJ, Arthur R, Jahrling PB, Formenty P. Trigger events: enviroclimatic coupling of Ebola hemorrhagic fever outbreaks. *Am J Trop Med Hyg*. 2004;71(5):664-74. Epub 2004/12/01. PubMed PMID: 15569802.

23. Ng S, Cowling BJ. Association between temperature, humidity and ebolavirus disease outbreaks in Africa, 1976 to 2014. *Euro Surveill*. 2014;19(35). Epub 2014/09/12. PubMed PMID: 25210981.

24. Semenza JC, Suk JE, Estevez V, Ebi KL, Lindgren E. Mapping Climate Change Vulnerabilities to Infectious Diseases in Europe. *Environ Health Perspect*. 2012;120(3):385-92. doi: 10.1289/ehp.1103805. PubMed PMID: 22113877.

25. Hayman DT, Yu M, Crameri G, Wang LF, Suu-Ire R, Wood JL, et al. Ebola virus antibodies in fruit bats, Ghana, West Africa. *Emerging infectious diseases*. 2012;18(7):1207-9. Epub 2012/06/20. doi: 10.3201/eid1807.111654. PubMed PMID: 22710257; PubMed Central PMCID: PMC3376795.

26. Schoepp RJ, Rossi CA, Khan SH, Goba A, Fair JN. Undiagnosed acute viral febrile illnesses, Sierra Leone. *Emerging infectious diseases*. 2014;20(7):1176-82. Epub 2014/06/25. doi: 10.3201/eid2007.131265. PubMed PMID: 24959946; PubMed Central PMCID: PMC4073864.

27. Boisen ML, Schieffelin JS, Goba A, Oottamasathien D, Jones AB, Shaffer JG, et al. Multiple circulating infections can mimic the early stages of viral hemorrhagic fevers and possible human exposure to filoviruses in Sierra Leone prior to the 2014 outbreak. *Viral Immunol*. 2015;28(1):19-31. Epub 2014/12/23. doi: 10.1089/vim.2014.0108. PubMed PMID: 25531344; PubMed Central PMCID: PMC4287116.

28. Hayman DT, McCrea R, Restif O, Suu-Ire R, Fooks AR, Wood JL, et al. Demography of straw-colored fruit bats in Ghana. *J Mammal*. 2012;93(5):1393-404. Epub 2013/03/26. doi: 10.1644/11-mamm-a-270.1. PubMed PMID: 23525358; PubMed Central PMCID: PMC3605799.

29. Leroy EM, Rouquet P, Formenty P, Souquiere S, Kilbourne A, Froment JM, et al. Multiple Ebola virus transmission events and rapid decline of central African wildlife. *Science*. 2004;303(5656):387-90. Epub 2004/01/17. doi: 10.1126/science.1092528. PubMed PMID: 14726594.

30. Pigott DM, Golding N, Mylne A, Huang Z, Henry AJ, Weiss DJ, et al. Mapping the zoonotic niche of Ebola virus disease in Africa. *Elife*. 2014;3:e04395. Epub 2014/09/10. doi: 10.7554/eLife.04395. PubMed PMID: 25201877; PubMed Central PMCID: PMC4166725.

31. Maganga GD, Kapetshi J, Berthet N, Kebela Ilunga B, Kabange F, Mbala Kingebeni P, et al. Ebola virus disease in the Democratic Republic of Congo. *N Engl J Med*.

- 2014;371(22):2083-91. Epub 2014/10/16. doi: 10.1056/NEJMoa1411099. PubMed PMID: 25317743.
32. Anne-Claire THOMAS, NKUNZIMANA T, PEREZHOYOS A, KAYITAKIRE F. Impact of the West African Ebola Virus Disease Outbreak on Food security. European Commission: Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2014.
33. Check Hayden E. Ebola obstructs malaria control. *Nature*. 2014;514(7520):15-6. Epub 2014/10/04. doi: 10.1038/514015a. PubMed PMID: 25279895.
34. Kinsman J. "A time of fear": local, national, and international responses to a large Ebola outbreak in Uganda. *Globalization and health*. 2012;8:15. Epub 2012/06/15. doi: 10.1186/1744-8603-8-15. PubMed PMID: 22695277; PubMed Central PMCID: PMC3477054.
35. Epstein L, Wong KK, Kallen AJ, Uyeki TM. Post-Ebola Signs and Symptoms in U.S. Survivors. *N Engl J Med*. 2015;373(25):2484-6. Epub 2015/12/18. doi: 10.1056/NEJMc1506576. PubMed PMID: 26672870.
36. Reardon S. Ebola's mental-health wounds linger in Africa. *Nature*. 2015;519(7541):13-4. Epub 2015/03/06. doi: 10.1038/519013a. PubMed PMID: 25739606.
37. Yasmin S. Why Ebola Survivors Struggle with New Symptoms. *Scientific American* 2016;February 2016. Epub <http://www.scientificamerican.com/article/why-ebola-survivors-struggle-with-new-symptoms/>
38. Plümper ENT. The Gendered Nature of Natural Disasters: The Impact of Catastrophic Events on the Gender Gap in Life Expectancy, 1981–2002. *Annals of the Association of American Geographers*. 2007;97(3):551-66. doi: DOI:10.1111/j.1467-8306.2007.00563.x.
39. Hewlett BS, Amola RP. Cultural contexts of Ebola in northern Uganda. *Emerging infectious diseases*. 2003;9(10):1242-8. Epub 2003/11/12. doi: 10.3201/eid0910.020493. PubMed PMID: 14609458; PubMed Central PMCID: PMC3033100.
40. Ingerstad G. Ebolakrisen i Västafrika - säkerhetspolitiska utmaningar. FOI Memo 50932014.
41. Baden LR, Kanapathipillai R, Champion EW, Morrissey S, Rubin EJ, Drazen JM. Ebola--an ongoing crisis. *N Engl J Med*. 2014;371(15):1458-9. Epub 2014/09/23. doi: 10.1056/NEJMe1411378. PubMed PMID: 25237780.
42. Arie S. Only the military can get the Ebola epidemic under control: MSF head. *BMJ (Clinical research ed)*. 2014;349:g6151. Epub 2014/10/12. doi: 10.1136/bmj.g6151. PubMed PMID: 25304485.
43. Branch NMDHSC. Ebola Outbreak West Africa Risk Assessment. 2014.
44. Zetterlund JToK. Utvärdering av MSB:s stöd till att hantera ebolautbrottet i Liberia. Försvarsanalys, 2015.
45. USAMRIID's. Plague. 3 ed. Fort Detrick M.D.: USAMRIID2004.
46. Rodriguez LL, De Roo A, Guimard Y, Trappier SG, Sanchez A, Bressler D, et al. Persistence and genetic stability of Ebola virus during the outbreak in Kikwit, Democratic Republic of the Congo, 1995. *J Infect Dis*. 1999;179 Suppl 1:S170-6. Epub 1999/02/13. doi: 10.1086/514291. PubMed PMID: 9988181.
47. Rowe AK, Bertolli J, Khan AS, Mukunu R, Muyembe-Tamfum JJ, Bressler D, et al. Clinical, virologic, and immunologic follow-up of convalescent Ebola hemorrhagic fever patients and their household contacts, Kikwit, Democratic Republic of the Congo. *Commission de Lutte contre les Epidemies a Kikwit. J Infect Dis*. 1999;179 Suppl 1:S28-35. Epub 1999/02/13. doi: 10.1086/514318. PubMed PMID: 9988162.
48. Acha PN, Szyfres, B. Zoonoses and Communicable Diseases Common to Man and Animals. Organization WDCPAH, editor2003.

49. Christie A, Davies-Wayne GJ, Cordier-Lasalle T, Blackley DJ, Laney AS, Williams DE, et al. Possible sexual transmission of Ebola virus - Liberia, 2015. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2015;64(17):479-81. Epub 2015/05/08. PubMed PMID: 25950255.
50. Bausch DG, Towner JS, Dowell SF, Kaducu F, Lukwiya M, Sanchez A, et al. Assessment of the risk of Ebola virus transmission from bodily fluids and fomites. *J Infect Dis*. 2007;196 Suppl 2:S142-7. Epub 2007/12/06. doi: 10.1086/520545. PubMed PMID: 17940942.
51. Bibby K, Fischer RJ, Casson LW, Stachler E, Haas CN, Munster VJ. Persistence of Ebola Virus in Sterilized Wastewater. *Environ Sci Technol Lett*. 2015;2(9):245-9. Epub 2015/11/03. doi: 10.1021/acs.estlett.5b00193. PubMed PMID: 26523283; PubMed Central PMCID: PMC4613737.
52. Johnston A, Bailey M. Operation Gritrock: first UK army medics fly to Sierra Leone. *BMJ (Clinical research ed)*. 2014;349:g6237. Epub 2014/10/16. doi: 10.1136/bmj.g6237. PubMed PMID: 25315203.
53. Gates B. The next epidemic--lessons from Ebola. *N Engl J Med*. 2015;372(15):1381-4. Epub 2015/04/09. doi: 10.1056/NEJMp1502918. PubMed PMID: 25853741.
54. Alibek KH, S. Biohazard. House R, editor. New York, NY, USA1999.
55. Leitenberg M. Biological weapons in the twentieth century: a review and analysis. *Crit Rev Microbiol*. 2001;27(4):267-320. Epub 2002/01/17. doi: 10.1080/20014091096774. PubMed PMID: 11791799.
56. Anonymous. Russian scientist dies after Ebola lab accident. *Science*. 2004;304(5675):1225.
57. Maron DF. Weaponized Ebola: Is It Really a Bioterror Threat? *Scientific American*. 2014;September 25.
58. Schmitt K, Zacchia NA. Total decontamination cost of the anthrax letter attacks. *Biosecur Bioterror*. 2012;10(1):98-107. Epub 2012/02/09. doi: 10.1089/bsp.2010.0053. PubMed PMID: 22313022.
59. Kaufmann AF, Meltzer MI, Schmid GP. The economic impact of a bioterrorist attack: are prevention and postattack intervention programs justifiable? *Emerging infectious diseases*. 1997;3(2):83-94. Epub 1997/04/01. doi: 10.3201/eid0302.970201. PubMed PMID: 9204289; PubMed Central PMCID: PMC2627615.
60. Fine PE. Herd immunity: history, theory, practice. *Epidemiol Rev*. 1993;15(2):265-302. Epub 1993/01/01. PubMed PMID: 8174658.
61. Noble J, Jr., Rich JA. Trsmission of smallpox by contact and by aerosol routes in Macaca irus. *Bull World Health Organ*. 1969;40(2):279-86. Epub 1969/01/01. PubMed PMID: 4308335; PubMed Central PMCID: PMC2554603.
62. Wallinga J, Teunis P. Different epidemic curves for severe acute respiratory syndrome reveal similar impacts of control measures. *Am J Epidemiol*. 2004;160(6):509-16. Epub 2004/09/09. doi: 10.1093/aje/kwh255. PubMed PMID: 15353409.
63. Mills CE, Robins JM, Lipsitch M. Transmissibility of 1918 pandemic influenza. *Nature*. 2004;432(7019):904-6. Epub 2004/12/17. doi: 10.1038/nature03063. PubMed PMID: 15602562.
64. Althaus CL. Estimating the Reproduction Number of Ebola Virus (EBOV) During the 2014 Outbreak in West Africa. *PLoS Curr*. 2014;6. Epub 2015/02/03. doi: 10.1371/currents.outbreaks.91afb5e0f279e7f29e7056095255b288. PubMed PMID: 25642364; PubMed Central PMCID: PMC4169395.
65. Feldmann H. Are we any closer to combating Ebola infections? *Lancet*. 2010;375(9729):1850-2. Epub 2010/06/01. doi: 10.1016/s0140-6736(10)60597-1. PubMed PMID: 20511001; PubMed Central PMCID: PMC3398603.
66. Mwanatambwe M, Yamada N, Arai S, Shimizu-Suganuma M, Shichinohe K, Asano G. Ebola hemorrhagic fever (EHF): mechanism of transmission and pathogenicity. *J Nippon Med Sch*. 2001;68(5):370-5. Epub 2001/10/13. PubMed PMID: 11598619.

67. Sanchez A. Filoviridae: Marburg and Ebola Viruses. 4 ed. Lippencott-Ravenpp., editor. Fields virology In D. M. Knipe, & P. M. Howley; 2001.
68. Beran. Handbook of Zoonosis, Section B. 2 ed: Boca Raton, Florida: CRC Press, LLC.; 1994.
69. Franz DR, Jahrling PB, Friedlander AM, McClain DJ, Hoover DL, Bryne WR, et al. Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. JAMA. 1997;278(5):399-411. Epub 1997/08/06. PubMed PMID: 9244332.
70. D FR. Textbook of Pediatric Infectious Diseases 5ed. Philadelphia, USA: Elsevier, Inc.; 2004.
71. Casillas AM, Nyamathi, A. M., Sosa, A., Wilder, C. L., Sands, H. A current review of Ebola virus: pathogenesis, clinical presentation, and diagnostic assessment. Biological Research for Nursing. 2003;4(4):268-75.
72. Bwaka MA, Bonnet MJ, Calain P, Colebunders R, De Roo A, Guimard Y, et al. Ebola hemorrhagic fever in Kikwit, Democratic Republic of the Congo: clinical observations in 103 patients. J Infect Dis. 1999;179 Suppl 1:S1-7. Epub 1999/02/13. doi: 10.1086/514308. PubMed PMID: 9988155.
73. Zilinskas RA. Biological Warfare - Modern Offense and Defense: Lynne Rienner Publishers, Inc.; 2000.
74. de La Vega MA, Caleo G, Audet J, Qiu X, Kozak RA, Brooks JI, et al. Ebola viral load at diagnosis associates with patient outcome and outbreak evolution. The Journal of clinical investigation. 2015;125(12):4421-8. Epub 2015/11/10. doi: 10.1172/jci83162. PubMed PMID: 26551677; PubMed Central PMCID: PMC4665775.
75. Casillas AM, Nyamathi AM, Sosa A, Wilder CL, Sands H. A current review of Ebola virus: pathogenesis, clinical presentation, and diagnostic assessment. Biol Res Nurs. 2003;4(4):268-75. Epub 2003/04/18. PubMed PMID: 12698919.
76. Leroy EM, Kumulungui B, Pourrut X, Rouquet P, Hassanin A, Yaba P, et al. Fruit bats as reservoirs of Ebola virus. Nature. 2005;438(7068):575-6. Epub 2005/12/02. doi: 10.1038/438575a. PubMed PMID: 16319873.
77. Clark DV, Jahrling PB, Lawler JV. Clinical management of filovirus-infected patients. Viruses. 2012;4(9):1668-86. Epub 2012/11/22. doi: 10.3390/v4091668. PubMed PMID: 23170178; PubMed Central PMCID: PMC3499825.
78. R K. <http://www.voanews.com/content/ebola-increases-threat-to-sierra-leone-pregnancies/2492783.html>: Voice of America; 2014.
79. Bray M. Defense against filoviruses used as biological weapons. Antiviral Res. 2003;57(1-2):53-60. Epub 2003/03/05. PubMed PMID: 12615303.
80. Kobinger GP, Leung A, Neufeld J, Richardson JS, Falzarano D, Smith G, et al. Replication, pathogenicity, shedding, and transmission of Zaire ebolavirus in pigs. J Infect Dis. 2011;204(2):200-8. Epub 2011/05/17. doi: 10.1093/infdis/jir077. PubMed PMID: 21571728.
81. Marsh GA, Haining J, Robinson R, Foord A, Yamada M, Barr JA, et al. Ebola Reston virus infection of pigs: clinical significance and transmission potential. J Infect Dis. 2011;204 Suppl 3:S804-9. Epub 2011/10/19. doi: 10.1093/infdis/jir300. PubMed PMID: 21987755.
82. Nfon CK, Leung A, Smith G, Embury-Hyatt C, Kobinger G, Weingartl HM. Immunopathogenesis of severe acute respiratory disease in Zaire ebolavirus-infected pigs. PLoS One. 2013;8(4):e61904. Epub 2013/04/30. doi: 10.1371/journal.pone.0061904. PubMed PMID: 23626748; PubMed Central PMCID: PMC3633953.
83. WHO. Ebola Haemorrhagic Fever in the Democratic Republic of Congo. 2007.
84. WHO. Ebola Haemorrhagic Fever in Uganda 2007.
85. Morris K. First pig-to-human transmission of Ebola-Reston virus. 2009;9(3):148.

86. Allela L, Boury O, Pouillot R, Delicat A, Yaba P, Kumulungui B, et al. Ebola virus antibody prevalence in dogs and human risk. *Emerging infectious diseases*. 2005;11(3):385-90. Epub 2005/03/11. doi: 10.3201/eid1103.040981. PubMed PMID: 15757552; PubMed Central PMCID: PMC3298261.
87. Olson SH, Reed P, Cameron KN, Ssebide BJ, Johnson CK, Morse SS, et al. Dead or alive: animal sampling during Ebola hemorrhagic fever outbreaks in humans. *Emerg Health Threats J*. 2012;5. Epub 2012/05/05. doi: 10.3402/ehth.v5i0.9134. PubMed PMID: 22558004; PubMed Central PMCID: PMC3342678.
88. Morvan JM, Nakoune E, Deubel V, Colyn M. [Forest ecosystems and Ebola virus]. *Bull Soc Pathol Exot*. 2000;93(3):172-5. Epub 2000/10/13. PubMed PMID: 11030051.
89. Connolly BM, Steele KE, Davis KJ, Geisbert TW, Kell WM, Jaax NK, et al. Pathogenesis of experimental Ebola virus infection in guinea pigs. *J Infect Dis*. 1999;179 Suppl 1:S203-17. Epub 1999/02/13. doi: 10.1086/514305. PubMed PMID: 9988186.
90. Ebihara H, Zivcec M, Gardner D, Falzarano D, LaCasse R, Rosenke R, et al. A Syrian golden hamster model recapitulating ebola hemorrhagic fever. *J Infect Dis*. 2013;207(2):306-18. Epub 2012/10/10. doi: 10.1093/infdis/jis626. PubMed PMID: 23045629; PubMed Central PMCID: PMC3532827.
91. Olival KJ, Islam A, Yu M, Anthony SJ, Epstein JH, Khan SA, et al. Ebola virus antibodies in fruit bats, bangladesh. *Emerging infectious diseases*. 2013;19(2):270-3. Epub 2013/01/25. doi: 10.3201/eid1902.120524. PubMed PMID: 23343532; PubMed Central PMCID: PMC3559038.
92. Yuan J, Zhang Y, Li J, Wang LF, Shi Z. Serological evidence of ebolavirus infection in bats, China. *Virol J*. 2012;9:236. Epub 2012/10/16. doi: 10.1186/1743-422x-9-236. PubMed PMID: 23062147; PubMed Central PMCID: PMC3492202.
93. Arthur RR. Ebola in Africa--discoveries in the past decade. *Euro Surveill*. 2002;7(3):33-6. Epub 2003/03/13. PubMed PMID: 12631942.
94. Reed DS, Lackemeyer MG, Garza NL, Sullivan LJ, Nichols DK. Aerosol exposure to Zaire ebolavirus in three nonhuman primate species: differences in disease course and clinical pathology. *Microbes Infect*. 2011;13(11):930-6. Epub 2011/06/10. doi: 10.1016/j.micinf.2011.05.002. PubMed PMID: 21651988.
95. Twenhafel NA, Mattix ME, Johnson JC, Robinson CG, Pratt WD, Cashman KA, et al. Pathology of experimental aerosol Zaire ebolavirus infection in rhesus macaques. *Vet Pathol*. 2013;50(3):514-29. Epub 2012/12/25. doi: 10.1177/0300985812469636. PubMed PMID: 23262834.
96. Jaax N, Jahrling P, Geisbert T, Geisbert J, Steele K, McKee K, et al. Transmission of Ebola virus (Zaire strain) to uninfected control monkeys in a biocontainment laboratory. *Lancet*. 1995;346(8991-8992):1669-71. Epub 1995/12/23. PubMed PMID: 8551825.
97. Johnson E, Jaax N, White J, Jahrling P. Lethal experimental infections of rhesus monkeys by aerosolized Ebola virus. *Int J Exp Pathol*. 1995;76(4):227-36. Epub 1995/08/01. PubMed PMID: 7547435; PubMed Central PMCID: PMC1997182.
98. Belanov EF, Muntianov VP, Kriuk VD, Sokolov AV, Bormotov NI, P'Iankov O V, et al. [Survival of Marburg virus infectivity on contaminated surfaces and in aerosols]. *Vopr Virusol*. 1996;41(1):32-4. Epub 1996/01/01. PubMed PMID: 8669144.
99. Chepurnov AA, P'Iankov O V, Chepurnova TS, Makhova NV, Bakulina LF, Tiunnikov GI. [Methods for controlling colonization of air and laboratory surfaces by pathogens of certain especially dangerous viral infections]. *Vopr Virusol*. 1997;42(4):189-91. Epub 1997/07/01. PubMed PMID: 9304303.
100. Check Hayden E. The Ebola questions. *Nature*. 2014;514(7524):554-7. Epub 2014/10/31. doi: 10.1038/514554a. PubMed PMID: 25355344.
101. Prevention CCfDca. Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL) Washington, D.C.2007.

102. Sagripanti JL, Rom AM, Holland LE. Persistence in darkness of virulent alphaviruses, Ebola virus, and Lassa virus deposited on solid surfaces. *Arch Virol*. 2010;155(12):2035-9. Epub 2010/09/16. doi: 10.1007/s00705-010-0791-0. PubMed PMID: 20842393.
103. Edmond MB, Diekema DJ, Perencevich EN. Ebola virus disease and the need for new personal protective equipment. *JAMA*. 2014;312(23):2495-6. Epub 2014/10/29. doi: 10.1001/jama.2014.15497. PubMed PMID: 25350321.
104. Emond RT, Evans B, Bowen ET, Lloyd G. A case of Ebola virus infection. *Br Med J*. 1977;2(6086):541-4. Epub 1977/08/27. PubMed PMID: 890413; PubMed Central PMCID: PMC1631428.
105. Formenty P, Hatz C, Le Guenno B, Stoll A, Rogenmoser P, Widmer A. Human infection due to Ebola virus, subtype Cote d'Ivoire: clinical and biologic presentation. *J Infect Dis*. 1999;179 Suppl 1:S48-53. Epub 1999/02/13. doi: 10.1086/514285. PubMed PMID: 9988164.
106. Borisevich IV, Markin VA, Firsova IV, Evseev AA, Khamitov RA, Maksimov VA. [Hemorrhagic (Marburg, Ebola, Lassa, and Bolivian) fevers: epidemiology, clinical pictures, and treatment]. *Vopr Virusol*. 2006;51(5):8-16. Epub 2006/11/08. PubMed PMID: 17087059.
107. WHO. WHO best practices for injections and related procedures toolkit. http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599252_eng.pdf?ua=1; 2010.
108. Piercy TJ, Smither SJ, Steward JA, Eastaugh L, Lever MS. The survival of filoviruses in liquids, on solid substrates and in a dynamic aerosol. *J Appl Microbiol*. 2010;109(5):1531-9. Epub 2010/06/18. doi: 10.1111/j.1365-2672.2010.04778.x. PubMed PMID: 20553340.
109. Fischer R, Judson S, Miazgowiec K, Bushmaker T, Prescott J, Munster VJ. Ebola Virus Stability on Surfaces and in Fluids in Simulated Outbreak Environments. *Emerging infectious diseases*. 2015;21(7):1243-6. Epub 2015/06/17. doi: 10.3201/eid2107.150253. PubMed PMID: 26079114; PubMed Central PMCID: PMC4480404.
110. Neumann G, Feldmann H, Watanabe S, Lukashevich I, Kawaoka Y. Reverse genetics demonstrates that proteolytic processing of the Ebola virus glycoprotein is not essential for replication in cell culture. *J Virol*. 2002;76(1):406-10. Epub 2001/12/12. PubMed PMID: 11739705; PubMed Central PMCID: PMC135697.
111. Albarino CG, Wiggleton Guerrero L, Lo MK, Nichol ST, Towner JS. Development of a reverse genetics system to generate a recombinant Ebola virus Makona expressing a green fluorescent protein. *Virology*. 2015;484:259-64. Epub 2015/07/01. doi: 10.1016/j.virol.2015.06.013. PubMed PMID: 26122472.
112. Meyer M, Garron T, Lubaki NM, Mire CE, Fenton KA, Klages C, et al. Aerosolized Ebola vaccine protects primates and elicits lung-resident T cell responses. *The Journal of clinical investigation*. 2015;125(8):3241-55. Epub 2015/07/15. doi: 10.1172/jci81532. PubMed PMID: 26168222.