

Die migrasie en verspreiding van aansteeklike siektes: Vanaf die oorsprong van *Homo sapiens* tot en met die Antroposeen

Migration and spread of infectious diseases: From the origin of Homo sapiens up to the Anthropocene

MARTIE VAN DER WALT

Tuberkulose Platform
Suid-Afrikaanse Mediese Navorsingsraad,
Pretoria,
Suid-Afrika
E-pos: Martie.VanderWalt@mrc.ac.za



Martie van der Walt

MARTIE VAN DER WALT is die direkteur van die Suid-Afrikaanse Mediese Navorsingsraad se Tuberkulose Platform. Haar navorsing fokus op aansteeklike siektes van mense en diere. Sy het navorsing gedoen oor die voorkoming en beheer van maagsiektes onder plaasdiere en die oordrag en verspreiding van aansteeklike en/of soönotiese siektes tussen plaasdiere en die mens. Sedert 1998 konsentreer sy op aansteeklike siektes onder mense en op gemeenskapsgesondheid. Sy fokus op siektes veroorsaak deur *Salmonella*, tuberkulose, MIV/VIGS en meer onlangs, COVID-19. Sy publiseer ook oor die geskiedenis van medisyne. Sy is 'n B-gegradeerde navorser.

MARTIE VAN DER WALT is the director of the Tuberculosis platform of the South African Medical Research Council. In her research, she focuses on communicable diseases of animals and humans. She has completed research on the prevention and control of diarrhoeal disease of farm animals and the transmission of zoonotic diseases between animals and humans. Since 1998, she concentrates on communicable diseases of humans and on public health. She has studied *Salmonella*, tuberculosis, HIV/AIDS and, more recently, coronavirus-related diseases. She has published on the history of medicine and is a B-graded scientist.

ABSTRACT

Migration and spread of infectious diseases: From the origin of Homo sapiens up to the Anthropocene

A typifying characteristic of Homo sapiens is its ability to walk upright, which allowed humans to move about in grasslands, enabling them to leave the forests of central Africa and populate the rest of Africa and later the world, a success story like no other. Africa is the place of origin of Homo sapiens. The first major migration of anatomically modern humans, known as the Out-of-Africa migration, was the first of many migratory events of Homo sapiens that continue

Datums:

Ontvang: 2022-06-22

Goedgekeur: 2022-10-14

Gepubliseer: Desember 2022

up to the current era that shaped the world and society. This article aims to describe the defining role of human migration in spreading infectious diseases from pre-history to the present. In future, infectious diseases will continue to spread through migration. However, by contrast, the spread of diseases will be exacerbated due to the opportunities provided in the Anthropocene epoch and will become progressively more challenging.

Migration is a term that encompasses the simultaneous movement of large numbers or groups of people away from their original place of living and for a specific reason. The main reasons for migration are emigration/immigration, forced displacement, slavery, migrant labour, asylum seeking and refugees. In addition, war, conflict, and environmental disasters such as droughts, famine and overpopulation are other common causes of migration. Migration is usually unplanned; it happens without warning or advanced planning and is accompanied by a large-scale disruption in the socio-economic structure, health, and well-being of the migrants and/or other affected groups. Such major disruptions to individuals' normal living can weaken the immune system, leading to increased susceptibility to infectious diseases. In addition, temporary housing during migration can often also result in humanitarian disasters that increase opportunities for the transmission of infectious diseases.

Migrants are also at risk of contracting new or previously-unencountered diseases prevalent in their chosen resettlement area. Conversely, migrants can carry with them microorganisms absent in the resettlement area. An example of this is the smallpox virus that was brought to South America by the Spanish colonisers. At that stage, poxvirus was absent in this continent, and the indigenous populations had no immunity to the pathogen. The transmission of the poxvirus by colonizers to indigenous populations almost destroyed the indigenous populations of the time.

A form of migration that emerged more recently is travel. Travel migration is defined as the large number of unrelated individuals who travel simultaneously across the globe for work or pleasure. Travel migration has been enabled by advances in the speed by which air and train travel takes place. This results in large numbers of individuals being transported across the globe in a short period and over long distances. Travel by water, air and land resulted in the world's population being highly interconnected through the mingling of large numbers of people from geographically remote places but in a relatively short period. Travelling connects people and diseases across the globe.

Examples of pathogens that spread through migration and that cause major infectious diseases include the smallpox virus, the human immuno-deficiency virus (HIV), and coronaviruses that cause Middle Eastern respiratory syndrome (MERS), coronavirus disease 2019 (COVID-19) and severe acute respiratory syndrome (SARS). Mycobacterium tuberculosis, the cause of tuberculosis, and Helicobacter pylori, which can cause gastric ulcers, are among the oldest known bacteria that infect humans and were already present in humans when the Out-of-Africa migration occurred. These two pathogens were carried with humans as they migrated and populated new areas of the world, and both have been present in large numbers of humans over millennia. These two organisms can only spread through very close contact between humans and have no host outside the body; therefore, they are great examples of how migration distributes infectious diseases across the world. Mycobacterium tuberculosis is exceptionally well-adapted to spread and cause disease among individuals with lower immunity, such as migrants. Poor housing conditions and crowding, which invariably result from migration due to humanitarian disasters, advance the transmission of pathogens such as tuberculosis.

Major lifestyle changes of humans occurred from the Paleolithic to the Neolithic after the Out-of-Africa migration, which directly or indirectly benefited the transmission of diseases. During the Neolithic, animals were domesticated, and agriculture started, allowing people to settle down and establishing the first towns and cities. The domestication of animals created an opportunity for pathogens to cross from animals to humans and adapt to the new host to cause new infectious diseases in humans, called zoonosis.

The Anthropocene dawned when deforestation, mining, farming, and other human activities left their mark. As a result, the Anthropocene offers unique opportunities for the emergence and spread of infectious diseases: firstly, by zoonosis or the transmission of diseases from animals to humans, and secondly, the spread of the diseases through migration.

Furthermore, changes in the weather and climate can lead to environmental migration. This occurs when people need to abandon their normal place of living because of severe weather events such as droughts and ice ages.

Labour migration was responsible for the spread of HIV from its place of origin in Africa. This virus initially landed in humans through inter-species cross-over from primates to humans in the 1950s from eating semi-cooked bush meat. As a result, it became established in the indigenous populations of Africa. HIV is a sexually transmitted disease amongst humans, and migratory labourers from Haiti were infected with the virus while working in the Congo, where they transmitted the virus to people in Haiti upon their return.

The MERS and SARS coronaviruses became human pathogens due to bat-human species cross-over, probably due to eating bush meat. However, the rapid distribution of these two viruses to other areas of the world was enabled through travel migration and the highly connected world population. Similarly, the extremely rapid spread of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) upon its discovery in December 2019 was partly due to travel migration.

In future, the negative impact of infectious diseases can be prevented by having disaster preparedness plans to protect the health and well-being of migrants and resident populations. However, events that can potentially be disastrous are difficult to pre-empt: the world was largely unprepared on how to respond to the rapid spread of SARS-CoV-2 and how to control the ensuing pandemic. Other recent examples of similar unforeseen events are the Ukraine-Russian conflict that started in March 2022, which caused many people from Ukraine to flee to other countries for safety. The second example is the heavy rain of April 2022 in the KwaZulu-Natal Province of South Africa, which caused massive destruction of houses and infrastructure, resulting in affected people being displaced. In both cases, the reasons for migration can have a detrimental impact on the health of the affected people, which renders them susceptible to disease transmission.

KEYWORDS: Anthropocene, infectious diseases, migration, tuberculosis, *Helicobacter pylori*, HIV/AIDS, coronaviruses, inter-species, smallpox, Out-of-Africa, Ukraine, KwaZulu-Natal, zoonosis

TREFWOORDE: Antroposeen, aansteeklike siektes, migrasie, tuberkulose, *Helicobacter pylori*, MIV/VIGS, koronavirusse, inter-spesies, pokke, UitAfrika-migrasie, Oekraïne, KwaZulu-Natal, soönoses

OPSOMMING

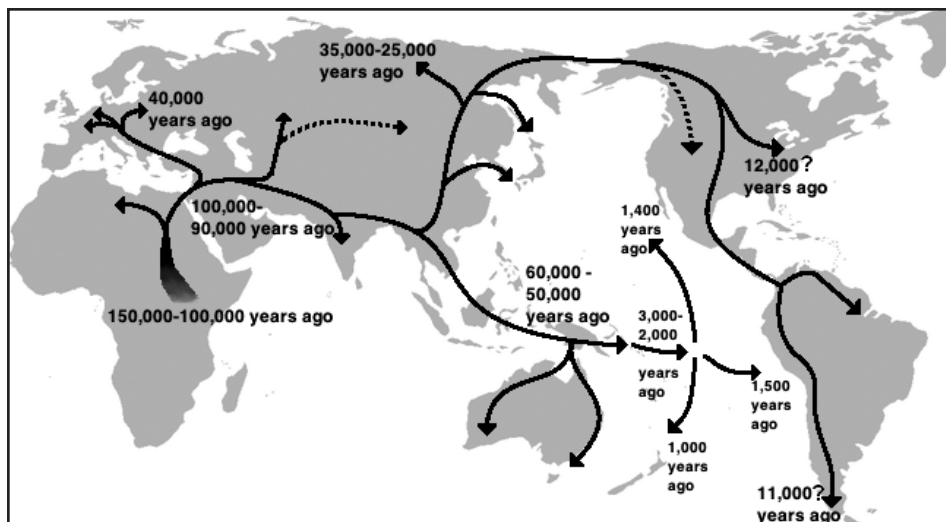
Migrasie speel 'n groot rol in die verspreiding van aansteeklike siektes. Tydens migrasie word die patogene van die siektes saam met die mens gedra en só na voorheen onbesmette groepe oorgedra. Selfs so lank gelede as die Uit-Afrika-migrasie het die mens twee welbekende patogene saamgedra en na die res van die wêreld versprei. Daar kan talle redes wees vir migrasie. Dit gebeur óf beplan óf spontaan. Indien migrasie deur natuurrampe, konflik, trekarbeid, slawerny of kolonisasie veroorsaak word, mag dit nadelig vir die gesondheid van migrante wees. Dit kan ook hulle vatbaarheid vir siektes verhoog, wat die verspreiding van siektes aanhelp. Reis as 'n tipe migrasie het gemaak dat die wêreld se bevolking hoogs gekonnekteer is, en dit bevorder vinnige verspreiding van siektes oor die wêreld heen. Voorbeelde van siektes wat deur migrasie versprei is, sluit in tuberkulose, *Helicobacter pylori*-maagsiektes, pokke, die verworwe immuuniteitsgebreksindroomvirus, die Midde-Oosterse koronavirus en koronavirus tipe 1 en 2. Tydens die Holoseen het antropogeniese impakte 'n wanbalans in ekosisteme veroorsaak wat die Antroposeen ingelui het. Tydens die Neolitikum is diere gedomestiseer en sodoende is mikro-organismes van die diere na die mens oorgedra en sommige mikro-organismes, veral virusse, het siektes in mense veroorsaak, wat soönotiese siektes genoem word. In die toekoms gaan siektebeheer al hoe meer natuurbewaring insluit. Aangesien migrasie so 'n belangrike rol in die oordrag van siektes speel, gaan dit in die toekoms verpligtend word om situasies waar siektes, wat deur migrasie versprei word, deurlopend te monitor om rampbeheerplanne betyds te implementeer. Dit is moeilik om sulke situasies te voorsien. Twee baie goeie voorbeelde hiervan is eerstens die konflik in Oekraïne sedert Maart 2022 met die inval van Rusland, en tweedens, die grootskaalse skade aan huise en infrastruktuur wat deur die swaar reën in April 2022 in die KwaZulu-Natal Provinsie van Suid-Afrika plaasgevind het. In beide gevalle het groot getalle mense gevlug om die konflik of ramp te ontkom, en dit het mense meer vatbaar gemaak vir die oordrag van aansteeklike siektes. Rampbeheerplanne moet veral voorsiening maak vir die beskerming van die gesondheid van migrante en plaaslike gemeenskappe om die verspreiding van siektes uit te skakel.

Inleiding

Een van die mees uitstaande kenmerke van die genus *Homo* is die vermoë om regop te loop. Lede van dié genus kan dus lang afstande aflê. Dit het dinge veral vir die mens, *Homo sapiens*, moontlik gemaak om vanuit Afrika na die res van die wêreld te versprei en op al die eilande en kontinente, behalwe Antarktika, baie suksesvol te vestig (Campbell & Tishkoff, 2008). Hierdie eerste groot migrasie en daaropvolgende diaspora, asook die vestiging van *Homo sapiens* in nuwe gebiede, is 'n suksesverhaal sonder weerga.

Afrika word as die wieg van *Homo sapiens* beskou (Campbell & Tishkoff, 2008; Lombard *et al.*, 2013, Wirth *et al.*, 2008; Goebel, 2007). Die eerste groot migrasie van die mens uit Afrika, ook bekend as die Uit-Afrika-migrasie, het tussen 100 000 – 60 000 jaar gelede vanuit die Slenkdal na die Nabye Midde Ooste plaasgevind (Figuur 1) (Goebel, 2007). Teen 35 000 BCE het mense Australië bereik en die Amerikas teen 16 000 BCE. Hierdie eerste grootskaalse migrasie uit Afrika was vermoedelik die gevolg van 'n droogte in die Slenkdal. Dit kan redelikerwys aangeneem word dat die verdere diaspora oor die wêreld ook die gevolg was van ongunstige omstandighede soos die weer, klimaat en ander omgewingsfaktore, uitputting van natuurlike hulpbronne, siektegeteisterde gebiede, of konflik tussen groepe.

Die doel van die artikel is om te beskryf hoe verskeie aansteeklike siektes vanaf die ontstaan van *Homo sapiens* deur middel van migrasie oor die wêreld versprei is, en om te verduidelik hoe migrasie 'n beduidende faktor in die verspreiding van aansteeklike siektes is. Dit word



Figuur 1: Uittog van Homo sapiens uit Afrika en diaspora na ander dele van die wêreld.

Figuurkrediet: Wikimedia Commons

geïllustreer aan die hand van spesifieke siektes (Tabel 1). Die meer onlangse ontstaan van die drie nuwe respiratoriese sindroomverwante siektes (Tabel 1) kan nie aan die oorspronklike verspreiding van mense gedurende die Antroposeen toegeskryf word nie maar het eerder weens die feit dat die wêreldbevolking hoogs verbind is, 'n beduidende rol in die verspreiding van die COVID-19-pandemie gespeel. Daar word verduidelik hoe die Antroposeen in die toekoms ideale omstandighede vestig vir die ontstaan van nuwe aansteeklike siektes met pandemiese potensiaal.

TABEL 1: Infeksiesiektes wat deur migrasie oor die wêreld versprei het.

Bakterieë	Afkorting	Siekte
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	<i>M. tuberculosis</i>	Tuberkulose
<i>Helicobacter pylori</i>	<i>H. pylori</i>	Maaginfesie
Virusse		
<i>Variola virus</i>	–	Pokke
Menslike immuunverswakkingvirus	MIV	Verworwe menslike immuunverswakking-sindroom (VIGS)
Midde-Oosterse respiratoriese sindroomverwante koronavirus	MERS-KoV	MERS
Ernstige akute respiratoriese sindroomverwante koronavirus	EARS-KoV	EARS
Ernstige akute respiratoriese sindroomverwante koronavirus 2	EARS-KoV-2	COVID-19

Die mens se lewenswyse gedurende die Neolitikum en aansteeklike siektes

Vir die oorgrote deel van die mens se ontstaan het hulle in stabiele ekosisteme bestaan, in klein groepe as jagter-versamelaars geleef, wat meestal van ander groepe geïsoleer was, en hulle het nie baie blootstelling aan ander groepe gehad nie (Hersberg *et al.*, 2008). Enige nuwe siekte of die teenwoordigheid van die patoëen was gevolglik beperk tot 'n klein groep mense in 'n klein geografiese area (Hershkovitz *et al.*, 2015). Indien daar 'n aansteeklike siekte onder 'n spesifieke groep was, sou diegene wat die siekte oorleef het, immunitet teen die siekte opgebou het (McNeill, 1984).

Nadat *Homo sapiens* uit Afrika gemigreer het, aanvanklik na die areas van die Nabye Midde Ooste en later na die res van Europa het hulle 'n jagter-versamelaarbestaan gevoer. Ná die ontstaan van landbou, ongeveer 11 500–9 000 BCE, in die Neolitikum, het hulle permanent in gebiede begin vestig. Bevolkingsdigtheid het toegeneem. Die eerste stede het in 6 000 BCE begin verskyn en die mense het fisies nader aan mekaar gelewe. Hulle het meer gereeld kontak met mekaar gehad (Urquia & Gagnon, 2011; International Organisation for Migration, 2018). Die gesamentlike gebruik van water, kos, fisiese voorwerpe, die ophoop van huis- en diereafval en die afwesigheid van sanitasie het baie gunstige omstandighede vir die oordrag van aansteeklike siektes geskep. Baie van die individue of groepe wat bymekaar gekom het, was uiters vatbaar vir aansteeklike siektes, soos soönotiese siektes wat daardie tyd te voorskyn gekom het as gevolg van die domestisering van diere (McNeill, 1984; Morand *et al.*, 2014).

Migrasie

Die woord *migrasie* is 'n oorhoofse term wat die gelyktydige beweging of hervestiging van groot groepe mense beskryf na 'n plek van huisvesting wat nie onder normale omstandighede, of oorspronklik, hulle plek van huisvesting is nie (Tabel 2) (Urquia & Gagnon, 2011; McNeill, 1984; World Health Organization, 2016). Ander eienskappe van migrasie is dat dit as gevolg van 'n spesifieke rede, oor 'n redelike afstand, vir 'n redelike maar onbepaalde tyd voorkom. Gewoonlik woon die migrante in semi-permanente huisvesting (Tabel 2) (Hofman *et al.*, 2015). Migrasie kan binnelands of oor landsgrense heen plaasvind en is in die meeste gevalle 'n gedwonge proses en vind onverwags plaas (International Organisation for Migration, 2011; McNeill, 1984). Voorbeelde van migrasie is kolonisasie, reis, die wegvoer of verbanning van 'n volk, mensehandel of slawerny, emigrasie/immigrasie, omgewingsmigrasie, trekarbeid en vlugteling of asielsoekers (Tabel 2) (International Organisation for Migration, 2020).

Oor die eeue heen was daar altyd 'n beduidende hoeveelheid van die wêreld se bevolking wat as migrante geklassifiseer is. Die grootste gros van die wêreld se bevolking wat as migrante beskou kan word, neem toe: In 1980 was daar 102 miljoen migrante, in 2000 'n geskatte 173 miljoen en in 2017 was daar 258 miljoen (International Organisation for Migration, 2018). Migrante van of binne die Afrika-kontinent spesifiek vorm 'n beduidende deel van die migrante wêreldwyd: in 2017 was daar 41 miljoen emigrante vanuit Afrika, Afrika het 'n derde van die wêreld se vlugteling gehuisves terwyl slegs 5 miljoen immigrante vanaf die res van die wêreld gekom het (International Organisation for Migration, 2020; International Organisation for Migration, 2018). Statistieke oor ander tipes migrasie dui ook daarop dat miljoene mense geaffekteer word: die statistieke vir omgewingsmigrasie dui aan dat in 2016 alleen meer as 24 miljoen mense regoor die wêreld hervestig moes word. Die getal trekarbeiders in 2018 was ongeveer 150,3 miljoen (International Organisation for Migration, 2018; Norwegian Refugee Council/Internal Displacement Monitoring Centre, 2018) en in dieselfde jaar is 'n geskatte 25 miljoen individue aan slawerny of mensehandel blootgestel.

TABEL 2: Tipes migrasie en die rol daarvan in die verspreiding van aansteeklike siektes

Tipes migrasie	Rede vir migrasie	Faktore in die verspreiding van aansteeklike siektes	Voorbeelde van aansteeklike siektes
Slawerny	Een land voer burgers van 'n ander land mee om as goedkoop arbeid te dien, 'n gedwonge en onbeplande permanente proses.	Omstandighede tydens reis en in huisvesting wat verskaf word. Toegang tot gesondheidsdienste word deur die slawe-eienaar bepaal.	Slawe van Wes-Afrika het bilharzia gehad en dit na die inheemse volke van Suid-Amerika oorgedra.
Kolonisasie	Koloniale moondheid beset 'n ander land vir toegang tot hulpbronne en die inheemse volke word van hulle aanspraak op eiendom ontnem. Inheemse volke ondergaan nadelige verandering in sosio-welvaartstrukture.	Inheemse volke het geen vorige blootstelling gehad en geen opgeboude immuniteit teen siektes wat onder die koloniseerders voorgekom het nie.	Spaanse koloniseerders het onder andere pokke na Suid-Amerika gebring.
Uit-Afrika en diaspora	Vlugtelinge van konflik en omgewingsfaktore.	Versprei siektes na nuwe wêrelddele, of immigrante word blootgestel aan siektes wat endemies is onder die nuwe groepe wat hulle teëkom.	Tuberkulose, Helicobacter pylori-infeksie.
Immigrasie	Oor landsgrense heen met beter lewensomstandighede in die ander land ten doel 'n wettige, beplande en permanente hervestiging.	Sosio-demografie en ekonomiese faktore bepaal toegang tot gesondheidsdienste.	
Omgewingsmigrasie	Onbeplande verskuiwing as gevolg van veranderde klimaat of uitsonderlik slegte weersomstandighede, binnelands of oor landsgrense heen en vir 'n onbepaalde tyd. Akute, skielike gebeure met min voorafwaarskuwing soos vloede, swaar reën, rotsstortings. Gebeure wat stadig verloop, soos droogtes, styging in seevlakke, aardverhitting of -afkoeling.	Migrante migreer na areas waar sekere siektes endemies is en met geen voorheen ontwikkelende immuniteit nie.	Malaria, tuberkulose, cholera.
Arbeidsmigrasie	Beplande verskuiwing, vir 'n bepaalde tydperk, binnelands of oor landsgrense heen, om 'n inkomste te verdien waartydens die plek van permanente verblyf verander.	Verblyfsomstandighede bepaal blootstelling aan siektes. Toegang tot gesondheidsdienste mag beperk wees. Sekere werkplekke is hoërisiko-areas vir blootstelling aan siektes.	Mynwerkers wat tuberkulose en MIV opdoen en na hul plek van permanente verblyf oordra.

*MERS: Midde-Oosterse respiratoriese sindroomverwante koronavirussiekte

**EARS: Ernstige akute respiratoriese sindroomverwante koronavirussiekte

TABEL 2: Tipes migrasie en die rol daarvan in die verspreiding van aansteeklike siektes (*vervolg*)

Tipes migrasie	Rede vir migrasie	Faktore in die verspreiding van aansteeklike siektes	Voorbeelde van aansteeklike siektes
Reis	Kortstondig, vrywillig en bepland; binnelands of oor landsgrense heen, vir handel of plesier.	Metode van reis, omstandighede van verblyf tydens reis en algemene gedrag kan verspreiding van siektes bevoordeel.	COVID-19, MERS*, EARS**, lugweginfeksies, voedsel- en watergedraagde siektes.

*MERS: Midde-Oosterse respiratoriese sindroomverwante koronavirussiekte

**EARS: Ernstige akute respiratoriese sindroomverwante koronavirussiekte

Sekere tegnologiese ontwikkelinge in die laat 1900's het tot nuwe tipes migrasie gelei, naamlik reis vir plesier of besigheid. Dit is moontlik gemaak deur die ontwikkeling van straalvliegtuie vir vliegtuie in 1970, en ontwikkelings wat hoëspoedtreinvervoer moontlik gemaak het (Sun *et al.*, 2021b). Verder het 'n verandering plaasgevind in die manier hoe mense vakansie hou, naamlik om van plek-tot-plek op plesierbote te reis en gevolglik spandeer hulle die meeste van die tyd op die boot. Hierdie plesierbote huisves groot getalle mense en die bote deurkruis oseane en laai mense by verskeie hawens op. Die toeganklikheid van hoëspoedvervoer vir reis het dit vir baie mense moontlik gemaak om lang afstande in kort tye af te lê en dit is die hoofmetode van reis oor lang afstande. Hierdie metodes het daartoe gelei dat groepe mense regoor die wêreld deur die reisiger(s) verbind word. In die verlede was groepe oor die wêreld relatief ver van mekaar verwyder, maar met vervoer kan hulle nou binne enkele dae fisies aan mekaar verbind word (Christidis & Christodoulou, 2020; Sun *et al.*, 2021). In die geval van plesierbote word groot getalle mense van verskeie geografiese dele van die wêreld in die geslote area van die bote gehuisves vir 'n redelike aantal dae terwyl daar 'n konstante verandering van individue is wat die boot verlaat of met die bootreis begin. Die toename in reis sedert die 1970's is tienvoudig. Daar word bereken dat op enige gegewe tyd, 'n beduidende aantal van die wêreld se bevolking besig is om tussen twee plekke vir besigheid of plesier te reis (Sun *et al.*, 2021). In 2015 is geskat dat 4 biljoen mense van lugvervoer gebruik gemaak het, in teenstelling met 'n halfbiljoen in 1970 (International Organisation for Civil Aviation, 2012). Lugvervoer is 'n belangrike faktor in die verspreiding van aansteeklike siektes (Christidis & Christodoulou, 2020; Sun *et al.*, 2021). Op 'n daaglike basis spandeer groot getalle mense van verskeie bestemmings redelike tye op lughawens, soos wat hulle konneksievlugte na ander plekke neem. In vliegtuie is passasiers en kajuitpersoneel ook vir redelike tye in 'n klein ruimte opgekrop en veral lugoordraagbare siektes kan maklik in vliegtuie oorgedra word. Lugvaart maak dit dan moontlik dat mense op verskeie kontinente slegs ure van mekaar verwyder is. Voor stralerejns en sneltreine het dit dae geneem vir 'n passasier om oor groot afstande te reis.

Migrasie en aansteeklike siektes

Daar is verskeie maniere hoe migrasie die verspreiding van aansteeklike siektes bevorder (Tabel 3) (Wilson, 1995; McNeill, 1984; Piret & Boivin, 2021). Vir die tipes migrasie wat onverwags en onbepland gebeur, soos slawerny, verbanning, asielsoekers of omgewingsmigrasie (Tabel 2), het die migrasie 'n baie groot impak op die migrante se welstand. Die migrasie

is 'n baie ernstige gebeurtenis vir diegene wat migreer of hervestiging moet ondergaan, aangesien die groep mense baie skielik uit hulle voorheen bekende sosiale strukture, kultuur, welvaart, huisvesting en bekende omgewing ontwortel word. Hulle gesondheid word nadelig geaffekteer (Tabel 3) (Hershkovitz *et al.*, 2015) en hulle word meer vatbaar vir siektes. Die tipe tydelike huisvesting of omstandighede tydens die hervestiging speel 'n groot rol in die algemene welstand van die migrante. Wanneer migrasie onbepland en in groot getalle plaasvind, kan dit egter 'n humanitêre krisis tot gevolg hê (Hammer *et al.*, 2018).

Tabel 3: Faktore wat gesondheid en weerstand teen aansteeklike siektes affekteer

Faktore	Impak op gesondheid, immuniteit en blootstelling aan aansteeklike siektes
Ekonomiese status en inkomste	Mense wat 'n inkomste het, is gesonder as werkloos omdat hulle beter verblyf, kos en mediese sorg kan bekostig.
Sosiale status en ondersteunings-netwerke	Mense met ondersteuningsmeganismes is gesonder. Mense met hoër sosiale status en met opleiding is gesonder.
Individuele gedrag	Dieet, oefening, die gebruik van gewoontevormende substansie en die vermoë om moeilike situasies te hanteer, het 'n impak op gesondheid. Standpunte teen inentings en/of teen die gebruik van ander maatreëls vir siektevoorkoming of -behandeling mag die risiko vir siektes verhoog. Vrees vir stigma en verwerping as gevolg van siektes mag risiko om siektes op te doen, verhoog. Promiskuiteit en dwelmgebruik verhoog die risiko van geslagoordraagbare siektes soos VIGS en Hepatitis B.
Kultuur	Gebruike, tradisies en geloof affekteer toegang tot gesondheidsdienste.
Genetika	Bepaal algemene gesondheid en vatbaarheid vir sekere siektes. Groepe met beperkte genepoel mag verhoogde vatbaarheid vir siektes hê.
Geslag	Mans en vrouens se vatbaarheid vir sekere aansteeklike siektes verskil. Swangerskap maak vrouens meer vatbaar vir sekere siektes. Inperking van regte van vrouens mag hulle toegang tot gesondheidsdienste beperk, wat hulle risiko vir nadelige gevolge van aansteeklike siektes verhoog.
Ouderdom	Jong kinders se immuniteit is nog nie volledig ontwikkel nie en in ouer mense is immuniteit verswak – wat vatbaarheid vir sekere siektes verhoog.
Omgewing	Beskikbaarheid van skoon drinkwater en sanitasie-infrastruktuur bepaal die blootstelling aan patogene. Maatreëls om reservoires van patogene te beheer bepaal blootstelling aan patogene of vektore van patogene.
Gesondheidsdienste	Beskikbaarheid en gebruik van gesondheidsdienste om siektes te voorkom en te behandel. Beskikbaarheid van entstowwe en ander siektevoorkomende middels om siektes te behandel. Effektiwiteit en kennis van die praktyk van tradisionele medisyne.
Behuising	Tipe struktuur en aantal mense wat saamwoon bepaal die risiko van blootstelling aan aansteeklike siektes. Lugbesoedeling binnenshuis verhoog vatbaarheid vir sekere siektes.
Komorbiditeit	Teenwoordigheid van ander aansteeklike siektes of ander siektes en toestande wat die immuunrespons onderdruk, mag lei tot verhoogde vatbaarheid vir ander aansteeklike siektes.

Siektes wat deur migrasie versprei is

Tuberkulose en Helicobacter pylori-maaginfeksie

Migrasie is die rede vir die wêreldwye verspreiding van twee van die mees wydverspreide menslike patogene, naamlik *Mycobacterium tuberculosis* en *Helicobacter pylori* (Tabel 1), wat ook van die oudste bakteriese patogene is (Hofman *et al.*, 2015; World Health Organisation, 2018; Achtman, 2016; Wirth *et al.*, 2008). Die twee bakterieë se oorsprong kan tot die ontstaan van *Homo sapiens* (in Afrika) nagespoor word. Hierdie siektes was alreeds in die mense wat uit Afrika gemigreer het teenwoordig en is sodoende na al die dele van die wêreld versprei (Achtman, 2016). *Helicobacter pylori* wat in die maag vestig, is 'n algemene oorsaak van maagpyn en maagsere en kan maagkanker veroorsaak (Boira & Hanninen, 2017). Na skatting het die helfte van die volwasse wêreldbevolking *Helicobacter pylori* in die maag (Boira & Hanninen, 2017).

Mycobacterium tuberculosis veroorsaak tuberkulose, of toring, 'n siekte van die longe en word van mens-tot-mens oorgedra wanneer sputumdruppels deur onbesmette persone ingeasem word. Dit gebeur wanneer die besmette persoon in hul nabyheid hoës (World Health Organization, 2018). Tuberkulose se oordrag vind veral plaas in omstandighede waar groot getalle mense bymekaar is, en in huisvesting of samedromming in geslote ruimtes waar ventilasie swak is (Boyd & Cookson, 2019). Mense wat in armoedige omstandighede leef, swak voeding kry (Tabel 1 en 2) en wie se immuniteit laag is, is veral vatbaar vir tuberkulose. Daar word gereken dat tot 'n kwart van die wêreldbevolking subklinies met *Mycobacterium tuberculosis* besmet kan wees (World Health Organization, 2018).

Pokke

Pokke is 'n virussiekte wat deur die *Variola*-virus veroorsaak word. In die afwesigheid van immuniteit is dit 'n baie ernstige siekte wat 'n hoë sterftekoers tot gevolg het. Pokke is in die 15de eeu deur die Spaanse koloniste na die volke van Suid- en Noord-Amerika oorgedra (McNeill, 1984). Tot en met die tyd toe die Spanjaarde Suid- en Sentraal-Amerika begin besoek het, was die volke daar geïsoleer van mense van ander kontinente. Die genetiese poel van die nasies van Suid- en Noord-Amerika was ook baie klein. Die volke was meestal geïsoleer teenoor ander volke wat in die groter geografiese streek van die Ou Wêreld en oor 'n langer tyd geleef het (Harari, 2011). Omdat daar voorheen slegs 'n enkele, kortstondige en bloedige kontak met 'n klein groepie Yslanders in 'n uithoek van Kanada plaasgevind het, het die mense van Noord- en Suid-Amerika nooit voorheen blootstelling gehad aan sekere aansteeklike siektes van Eurasië nie (Harari, 2011). In Suid- en Noord-Amerika is van die volke amper totaal uitgewis deur die aansteeklike siektes, veral pokke, wat deur Spaanse koloniseerders na die gebiede gebring is.

MIV/VIGS

In die middel-1900's is 'n virus vanaf primate na mense oorgedra. Die impak wat dit sedertdien op die bevolking van die wêreld het, is soortgelyk aan dié van enige pandemie, alhoewel die siekte nooit as 'n pandemie geïdentifiseer is nie (Marx *et al.*, 2004; Kallings, 2008). Die siekte wat deur die menslike immuniteitsgebrekvirus (MIV) veroorsaak word, is die verworwe immuniteitsgebreksindroom (VIGS). Teen die einde van die 20ste eeu, het die virus in 30%

streke van Afrika voorgekom en in 2020, is na beraming, tussen 30,2 en 45,1 miljoen van die wêreld se bevolking met MIV besmet. Die virus het vermoedelik in die bevolkings van Wes- of Midde-Afrika ontstaan deur die eet van halfgaar bosvleis. Dit word met slegs noue kontak tussen mense deur sekere liggaamsvloeistowwe oorgedra. MIV het vermoedelik vanaf die 1950's uit wat vandag bekend staan as die Demokratiese Republiek Kongo (DRK) na ander dele van die wêreld versprei, vermoedelik eerste na Haïti deur seisoenale werkers wat in die Kongo gewerk het. Eers toe VIGS in 1981 by groter getalle mense in New York voorgekom het en dit as 'n nuwe siekte geïdentifiseer is, is die oorsaak en herkoms daarvan nagevors en is die virus en siekte vir die eerste keer beskryf (National Intelligence Agency, 2012). Die oorsprong van die verskyning van MIV/VIGS in die Verenigde State van Amerika (VSA) in 1981 was vermoedelik nie aanvanklik van Haïti nie. Dit is heel waarskynlik deur matrose en skeepvaart direk vanaf die DRK na die VSA versprei.

Koronavirus-respiratoriese sindroomverwante siektes

Sedert 2003 het drie nuwe koronavirussiektes in China ontstaan (Tabel 1). Al drie siektes het baie vinnig oor die wêreld versprei, deur onder meer lugvaart, maar dit was net COVID-19, veroorsaak deur EARS-Kov-2, wat tot 'n pandemie gelei het (Christidis & Christodoulou, 2020; Piret & Boivin, 2021; World Health Organization, 2020). EARS-KoV en die MERS-KoV het hulle oorsprong in vlermuise (National Intelligence Agency, 2012). Die oorsprong van die EARS-KoV-2 is nog nie bewys nie, hoewel daar vermoed word dat dit ook van vlermuise afkomstig is (Piret & Boivin, 2021; Karesh, 2020). Ander redes vir die snelle verspreiding van EARS-KoV-2, is die groot getalle Chinese burgers wat vir die viering van die Chinese Nuwejaar aan die einde van 2019 rondgereis het. Baie van die feesviering het ook binnenshuis plaasgevind. Dit het baie gunstige toestande geskep vir die aansteek en die oordrag van die EARS-KoV-2 wat ernstige lugweginfeksie veroorsaak. Die wêreldbevolking het ook, soos in die geval van pokke na Suid-Amerika, geen vorige blootstelling aan hierdie drie koronavirusse gehad nie. Gevolglik het die siekte 'n katastrofiese impak gehad op diegene wat dit opgedoen het (National Intelligence Agency, 2012).

Die Antroposeen en aansteeklike siektes

Die negatiewe impak van tegnologiese vooruitgang op die omgewing, vanaf die Neolitikum, tot die industriële revolusie, tot die Inligting- en Telekommunikasie-era, is só erg dat die mening ontstaan het dat die aarde nie meer in die Holoseen-epog is nie, maar in 'n heel nuwe epog genaamd die Antroposeen, of die epog van die mens. Die Antroposeen dui op 'n nuwe tydperk wat selfs sy merk op die geologie van die aarde sal nalaat (Braje, 2015; Butler & Hanigan, 2019; Crutzen, 2002; Smith & Zeder, 2013). Daar is verskille in denkrigtings oor wanneer die Antroposeen begin het. Daar word beweer dat dit in die Holoseen tydens die Neolitikum begin het, of dat dit in die tweede helfte van die agtiende eeu met die begin van die industriële revolusie begin het (Braje, 2015). Ongeag wanneer die Antroposeen begin het, die rol wat dit in die verspreiding van aansteeklike siektes en die ontstaan van nuwe siektes soos MERS en EARS gespeel het, het oor die laaste twee dekades die onderwerp van debat geword (Butler & Hanigan, 2019; Piret & Boivin, 2021). Die Antroposeen as sodanig, is nie noodwendig of alleen vir die oorsaak van hierdie onlangse nuwe siektes verantwoordelik nie. Soos beskryf is in hierdie artikel was migrasie telkemale vir die verspreiding van siektes soos tuberkulose, MIV/VIGS en *Helicobacter pylori*-maaginfectie verantwoordelik en namate die mens met ander groepe kontak gehad het (Piret & Boivin, 2021).

Met die ontstaan van landbou in die Neolitikum is diere gedomestiseer en in groot getalle geteel. Die mens en gedomestiseerde diere was in baie noue en gereelde kontak soos wanneer diere opgepas, gevoer, geskeer, gemelk en geslag is. Dit het die geleentheid gebied vir die oordrag van mikro-organismes vanaf die dier na die mens, en veral virusse is so oorgedra (Karesh *et al.*, 2012). In sommige gevalle het die mikro-organismes siektes in die mens veroorsaak wat dan soönotiese siektes genoem word. Soos wat die mens se lewenswyse gedurende die Antroposeen verander het en tydens migrasie, het die soönotiese siektes verder versprei in so mate dat hierdie siektes die oorsaak is van meer as 60% van aansteeklike siektes in die mens in die huidige era (Karesh *et al.*, 2012). Voorbeelde van soönotiese siektes veroorsaak deur virusse is hondsdolheid, slenkalkoors, Ebola, MERS en EARS (Fennolar & Mediannikov, 2018). Die vestiging van landbou het groot skade aan die ewig van die ekosisteme berokken (Braje, 2015) en dit was die begin van die mens se grootskaalse inbreuk op die habitat van wilde diere.

Tydens die bestaan van die mens as jagter-versamelaar was daar weliswaar ook gereelde kontak tussen dier en mens. Diere was die bron van proteïene en die velle van diere is onder meer vir klere gebruik. Die omvang van kontak tydens die jagter-versamelaar-lewenswyse was egter nie só groot dat dit omvangryke skade aan die balans in die ekosisteen veroorsaak het soos tydens die intensivering van landbou wat tipies van die Antroposeen is nie. Indien daar inter-spesie-oordrag tussen mens en dier plaasgevind het, was die impak op 'n gemeenskap of die groter bevolking van die streek nie so groot nie, aangesien die groepe min kontak met mekaar gehad het.

Desnieteenstaande, sal die gevolge van klimaatsverandering wat as gevolg van die Antroposeen tot ramptoestande lei, steeds 'n belangrike oorsaak van migrasie regoor die wêreld wees (National Intelligence Council, 2012; Bergmann *et al.*, 2021). Aan die hand van die impak van klimaatsverandering in Peru, word omgewingsmigrasie as die enigste manier waarop die bevolking van hierdie land die gevolge daarvan kan ontsnap, beskou. In 2017 is gewaarsku dat omtrent 14 miljoen mense na verwagting elke jaar van die volgende twee dekades geraak sal word as gevolg van klimaatsverandering en ander binnelandse verskuiwings (Norwegian Refugee Council, 2018).

In teenstelling met die lewenswyse van die mens tot en met die eerste helfte van die vorige eeu, is die mens in die huidige era regoor die wêreld hoogs gekonnekteer – siektes versprei dus vinniger, verder en na meer mense. In die voorgeskiedenis en historiese eras het dit siektes maande of selfs jare geneem vir die patogeen om regoor die wêreld te versprei, en siektes wat as pandemies beskryf word, het nie tegelykertyd oor die wêreld plaasgevind nie (Hersberg *et al.*, 2008; Wilson, 1995). Een van die belangrikste redes wat daartoe bygedra het dat die SARS-KoV-2 so vinnig wêreldwyd versprei het sedert dit in Desember 2019 in Hubei in China uitgebreek het, is reis vir besigheid of plesier en lugvaart en sneltreine wat 'n groot aantal mense wêreldwyd oor groot afstande in kort tye met mekaar verbind. Die siekte kon binne enkele dae regoor die wêreld versprei (Sun *et al.*, 2021; World Health Organization, 2020).

In die toekoms gaan siektebeheer algaande meer natuurbewaring insluit wat een van die grootste uitdagings vir die mens is. Aangesien migrasie so 'n belangrike rol in oordrag van siektes speel, gaan daar in die toekoms ook vereis word dat situasies waar siektes veral deur migrasie versprei word, deurlopend gemoniteer moet word om rampbeheerplanne betyds te kan implementeer. Dit is moeilik om sulke situasies vooraf te voorsien. Twee baie goeie en onlangse voorbeelde hiervan is die konflik in Oekraïne sedert Maart 2022 met die inval van Rusland, en tweedens, die grootskaalse skade aan huise en infrastruktuur wat veroorsaak is deur die swaar reën in April 2022 in die KwaZulu-Natal Provinsie van Suid-Afrika. In beide

gevalle het groot getalle mense gevlug om aan die konflik of ramp te ontkom wat die gesondheid van sommige migrante met die hoër risiko's vir die oordrag van siektes, in gedrang bring. Rampbeheerplanne moet ook voorsiening maak vir die beskerming van die gesondheid van migrante om verspreiding van siektes te beheer en te beperk.

Slot

Dit is noodsaaklik om te aanvaar dat migrasie 'n wesenlike eienskap van *Homo sapiens* is. Enige migrasie het die moontlikheid vir die verspreiding van aansteeklike siektes tot gevolg. In die toekoms gaan migrasie, veral onbeplande migrasie, eerder toe- as afneem, veral die tipes migrasie wat deur omgewingsverandering veroorsaak word en die konflik wat daarop gaan volg (National Intelligence Agency, 2012; Bergmann *et al.*, 2021). Groepe soos kinders en mense met 'n lae sosio-ekonomiese status gaan die kwesbaarste wees (Migration, 2018, Bergmann *et al.*, 2021; International Organisation for Migration 2018 en 2020). Die migrante sal vir infeksies vatbaar wees en baie migrasies gaan in humanitêre krisisse ontaard. Die impak van reeds bestaande siektes op die mens sal vererger (Fenollar & Mediannikov, 2018; Hammer *et al.*, 2018). Die COVID-19-pandemie het bewys dat nuwe siektes in die toekoms ook 'n groot nadelige impak op die algemene gesondheidsdienste van, onder andere, lande in Afrika het (Saunders & Evans, 2021). Alle hulpbronne moet aangewend word om die nuwe siekte te beheer terwyl ander siektes soos TB en MIV/VIGS, wat trouens meer sterftes veroorsaak, agterweë gelaat word (Saunders & Evans, 2021; The Global Fund, 2021).

Die rol wat migrasie in die verlede in die oordrag van aansteeklike siektes gespeel het, sal in die toekoms steeds voortgaan, op sy eie of in kombinasie met ander faktore wat die verspreiding en ontstaan van aansteeklike siektes sal aanhelp. Daar moet aanvaar word dat oorvleueling van die oordrag van siektes van wilde diere na die mens, die gevolge van die Antroposeen en die gedrag van die mens die ideale omstandighede vir die ontstaan van nuwe pandemies sal skep. Dit sal in die toekoms die gesondheid van die wêreld se bevolking baie sleg affekteer, veral weens die gekonnekteerdheid van die wêreldbevolking (Piret & Boivin, 2021; National Intelligence Agency, 2012).

Tydens die MERS- en EARS-epidemies is die wêreld onverhoeds betrap omdat dié twee hoogs aansteeklike patogene so vinnig oor die aarde versprei het (Hughes, 2003). Kort ná die verskyning van EARS is daar gewaarsku teen owerhede se gelatenheid tot die benadering van aansteeklike siektes met katastrofale gevolge (Karesh, 2020; Muzemil *et al.*, 2021). Daar is gewys op die gevaar indien die wêreld die lesse wat tydens EARS geleer is, nie benut om beter voorbereid te wees vir toekomstige siektes nie (Hughes, 2003; Karesh, 2020). Meeste situasies, wat potensieel tot ramptoestande kan lei, is moeilik om vooruit te bepaal, soos in die geval met die konflik in Oekraïne en die skade ná die reën in die KwaZulu-Natal Provinsie van Suid-Afrika. Rampbeheerplanne moet ook voorsiening maak vir die beskerming van die gesondheid van migrante om die verspreiding van siektes te beheer.

Gevolgtrekking

Migrasie, hetsy beplan of nie, het sedert die ontstaan van die mens 'n groot rol in die oordrag en verspreiding van aansteeklike siektes gespeel. Dit sal in die toekoms ook die geval wees. As gevolg van die Antroposeen-gedewe impak op die klimaat en weerpatrone gaan migrasie in die toekoms eerder toe- as afneem. Die beskerming van die natuur gaan een van die grootste uitdagings van die 21ste eeu word. Na verwagting gaan konflik ook toeneem en terwyl aandag

aan die hervestiging van migrante geskenk word, moet hierdie mense gereeld gemonitor word vir die ontwikkeling van siektes wat 'n nadelige impak op hulle kan hê. Moniteringstelsels, wat regoor die wêreld geïntegreer is, moet ontwikkel word om die verskyning van siektes, hetsy bestaande of nuut, vinnig tussen die hoogs gekonnekteerde bevolking van die wêreld of onder hoërisikogroepe te kan identifiseer. Rampbestuursplanne moet voorsiening maak vir die beskerming van die gesondheid van migrante en van die gemeenskappe waarheen hulle hervestig word.

BIBLIOGRAFIE

- Achtman, M. 2016. How old are bacterial pathogens? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283:20160990.
- Bergmann, J, Vinke, K, Fernandez Palomino, CA, Gornott, C, Gleixner, S, Laudien, R, Lobanova, A, Ludescher, J & Schellnhuber, HJ. 2021. Assessing the evidence: Climate change and migration in Peru. *Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK) and International Organization for Migration (IOM)*. Potsdam & Geneva.
- Boira, RA & Hanninen, ML. 2017. *Helicobacter pylori*. In: JB Rose & B Jiménez-Cisneros (eds). Global Water Pathogens Project. Part three. Specific excreted pathogens: Environmental and epidemiology aspects. Michigan State University, E. Lansing, MI, UNESCO. <https://www.waterpathogens.org>. [12 Desember 2021].
- Boyd, AT & Cookson, ST. 2019. TB control in humanitarian emergencies: Lessons from the Syria displacement crisis. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*, 14:31-35.
- Braie, TJ. 2015. Earth systems, human agency, and the Anthropocene: Planet earth in the human age. *Journal of Archaeological Research*, 23:369-396.
- Butler, C & Hanigan, IC. 2019. Anthropogenic climate change and health in the Global South. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease*, 23:1243-1252.
- Campbell, MC & Tishkoff, SA. 2008. African genetic diversity: Implications for human demographic history, modern human origins, and complex disease mapping. *Annu Rev Genomics Hum Genet*, 9:403-33.
- Christidis, P & Christodoulou, A. 2020. The predictive capacity of air travel patterns during the global spread of the COVID-19 pandemic: Risk, uncertainty and randomness. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17:33-56.
- Crutzen, PJ. 2002. Geology of mankind. *Nature*, 415:23-23.
- Fenollar, F & Mediannikov, O. 2018. Emerging infectious diseases in Africa in the 21st century. *New Microbes and New Infections*, 26:S10-S18.
- Global Fund. 2021. *Mitigating the impact of COVID-19 on countries affected by HIV, Tuberculosis and Malaria*. [12 Desember 2021] <https://www.theglobalfund.org/>
- Goebel, T. 2007. The missing years for modern humans. *Science*, 315:194-196.
- Hammer, CC, Brainard, J & Hunter, PR. 2018. Risk factors and risk factor cascades for communicable disease outbreaks in complex humanitarian emergencies: A qualitative systematic review. *BMJ Global Health*, 3:e000647.
- Harari, YN. 2011. *Sapiens a brief history of mankind*. London:Vintage.
- Hershkovitz, I, Donoghue, HD, Minnikin, DE, May, H, Lee, OY, Feldman, M, Galili, E, Spigelman, M, Rotschild, BM & Bar-Gal, GK. 2015. Tuberculosis origin: The Neolithic scenario. *Tuberculosis (Edinb)*, 95(1):S122-6.
- Hershberg, R, Lipatov, M, Small, PM, Sheffer, H, Niemann, S, Homolka, S, Roach, JC, Kremer, K, Petrov, DA, Feldman, MW, Gagneux, S. 2008. High functional diversity in *Mycobacterium tuberculosis* driven by genetic drift and human demography. *Plos Biology*, 6:e311.
- Hofman, CA, Rick, TC, Fleischer, RC & Maldonado, JE. 2015. Conservation archaeogenomics: Ancient DNA and biodiversity in the Anthropocene. *Trends in Ecology & Evolution*, 30:540-549.
- Hughes, JM. 2003. The SARS response: Building and assessing an evidence-based approach to future global microbial threats. *Journal of the American Medical Association*, 290:3251-3253.
- International Civil Aviation Agency. 2012. *Annual passenger total approaches 3 billion according to ICAO 2012 transport results*. Montreal. <https://www.icao.int.org> [7 April 2022].

- International Organisation for Migration. 2011. International migration law. *Glossary on Migration* (2nd Edition). Geneva, Switzerland. <http://www.iom.int> [10 April 2022].
- International Organization for Migration. 2018. Global migration indicators 2018: Insights from the global migration portal. <http://www.migrationdataportal.org> [2 Februarie 2022].
- International Organisation for Migration & The African Union. 2020. Africa migration report: Challenging the narrative. *International Organisation for Migration*. Norweë <https://ethiopia.iom.int> [2 Februarie 2022].
- Kallings, LO. 2008. The first postmodern pandemic: 25 years of HIV/AIDS. *Journal of internal medicine*, 263, 218-243.
- Karesh, WB, Dobson, A, Lloyd-Smith JO, Lubroth, L, Dixon, MA, Bennett, M, Aldrich, S, Harrington, T, Formenty, P, Loh, EH, Machalaba, CC, Thomas, MJ & Heymann, DL. 2012. Ecology of zoonoses: natural and unnatural histories. *The Lancet*, 380:1936-1945.
- Karesh, W. 2020. William Karesh: Championing “One Health”. *Bulletin of the World Health Organization*, 98:652-653.
- Lombard, M, Schlebusch, C & Soodyall, H. 2013. Bridging disciplines to better elucidate the evolution of early *Homo sapiens* in southern Africa. *South African Journal of Science*, 109:1-8.
- Marx, PA, Apetrei, C & Drucker, E. 2004. AIDS as a zoonosis? Confusion over the origin of the virus and the origin of the epidemics. *J Med Primatol*, 33:220-6.
- McNeill, WH. 1984. Human migration in historical perspective. *Population and Development Review*, 10:1-18.
- Morand, S, McIntyre, KM, Baylis, M. 2014. Domesticated animals and human infectious diseases of zoonotic origins: Domestication time matters. *Infection, Genetics and Evolution*, 24:76-81.
- Muzemil, A, Fasanmi, OG & Fasana, FO. 2018. African perspectives: modern complexities of emerging, re-emerging and endemic zoonoses. *Journal of Global Health*, 8:020310
- National Intelligence Agency. 2012. Global trends 2030: Alternative worlds. *Office of the Director of National Intelligence, United States of America*. <https://www.dni.gov/nic/globaltrends> [7 Oktober 2021].
- Norwegian Refugee Council. 2017. Disasters will replace 14 million people every year. October 2017. <https://www.nrc.no/news/2017/october/disasters-will-replace-14-million-people-every-year> [14 Oktober 2022].
- Norwegian Refugee Council & Internal Displacement Monitoring Centre (NRC/IDMC). 2018. *Global Report on Internal Displacement*. <https://www.refworld.org> [6 April 2022].
- Oxley, D & Chaitan, J. 2015. Global air passenger markets: Riding out the periods of turbulence. *The Travel and Tourism Competitiveness Report*. <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/global-air-passenger-markets-riding-out-periods-of-turbulence/> [18 Junie 2022].
- Piret, J & Boivin, G. 2021. Pandemics throughout history. *Frontiers in Microbiology*, 11:1-18.
- Saunders, MJ & Evans, CA. 2020. COVID-19, tuberculosis, and poverty: preventing a perfect storm. *Eur Respir J*. <https://doi.org/10.1183/13993003.01348-2020>.
- Smith, BD & Zeder, MA. 2013. The onset of the Anthropocene. *Anthropocene*, 4:8-13.
- Sun, X, Wandelt, S, Zheng, C & Zhang, A. 2021. COVID-19 pandemic and air transportation: Successfully navigating the paper hurricane. *Journal of Air Transport Management*, 94:102062.
- Urquia, ML & Gagnon, AJ. 2011. Glossary: Migration and health. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 65:467-472.
- Wellcome. 2021. How the response to Ebola outbreaks shows why we need to prioritise preparedness. 16 September 2021. [13 Oktober 2022]. <https://wellcome.org/news/how-response-ebola-outbreak>
- Wilson, ME. 1995. Travel and the emergence of infectious diseases. *Emerging Infectious Diseases*, 1:39-46.
- Wirth, T, Hildebrand, F, Allix-Béguec, C, Wölbelling, F, Kubica, T, Kremer, K, Van Soolingen, D, Rüscher-Gerdes, S, Loch, C & Brisse, S. 2008. Origin, spread and demography of the *Mycobacterium tuberculosis* complex. *PLoS pathogens*, 4:e1000160.
- World Health Organization. 2015. *Advancing the right to health: The vital role of law*. Geneva: Switzerland. <https://www.who.int/publications> [12 Maart 2022].
- World Health Organization. 2018. *Global Tuberculosis Report 2018 – WHO*. Geneva: Switzerland. <https://www.who.int/publications> [12 Maart 2022].
- World Health Organization. 2020. *Archived: WHO timeline – COVID-19*. Geneva: Switzerland. <https://www.who.int/news/item> [21 Junie 2022].