

Biokonvergens: hot och möjligheter när AI möter genetisk teknologi

av David Gisselsson Nord

Résumé

This article analyzes how bioconvergence, the synergy of biotechnology, AI, and high-performance computing, could transform key dimensions of intelligence and security in the next few years. It traces the evolution from attempt to gain “identity dominance” by field-based biometric profiling during the global war on terror, to today’s international strategic competition over large genomic datasets and digital signatures collected via biometric wearables. The article highlights asymmetric biological data flows that currently help totalitarian regimes in hoarding large amounts of DNA sequences and other types of biometric data. The resulting data dominance may not only confer an edge in the race to develop superior biomedical AI applications but also open a new domain of security threats that exploits large-scale human biodata. Illustrative use cases include clandestine biometric profiling of decision-makers for behavioral prediction, cognitive manipulation tailored by real-time biometric signatures, and the harvesting of biological data from living or deceased individuals to fabricate persuasive deepfakes for deception. The article calls for rigorous, science-based assessment of the security implications of bioconvergence in order to prioritize protective measures and to chart lawful, legitimate pathways for employing this novel biomedical intelligence toolbox by NATO and its allies.

DENNA ARTIKEL HANDLAR om hur framsteg inom genetisk teknologi globalt kan komma att påverka underrättelse- och säkerhetstjänst i en nära framtid. Om hur vissa bedömare tror att människans biologi kommer att utgöra en ny domän för krigföring. Men vi börjar med en vinjett som hade kunnat utspela sig redan idag, eller faktiskt redan för flera år sedan. Kanske har det vi beskriver redan hänt.

Tänk dig att en specialstyrka genomför en nattlig räd mot en terrorgrupps högkvarter. Flera ledande terrorister grips och ledaren dödas – räden kungörs som en framgång. Men några veckor efter räden börjar anhöriga till den operatör som ledde räden få mail och sms med hot om att hämnd kommer

att utkrävas, om inte de terrorister som gripits frisläpps omedelbart. Några dagar senare försvinner operatörens systerson på vägen hem från skolan. Det visar sig att operatören skadats under räden och lämnat blodspår efter sig. Själv har han vidtagit alla reglementerade skyddsåtgärder och lever under dold identitet. Men det visar sig att flera av hans släktingar lämnat in DNA-prov till en släktforskningservice på nätet. En service där man kan lämna in DNA-prov och sedan hitta släktingar runt om i världen. Vidare undersökningar visar att ett prov med operatörens DNA sänts in under falskt namn några veckor tidigare.

Historien visar hur den allt större tillgängligheten och användbarheten av genetiska och

andra biometriska data medför en ny risk för identifiering av individer med behov av att bibehålla sin anonymitet. Ibland kanske inte individen själv kan bli identifierad, men identifiering av nära och kära kan vara ett tillräckligt hot. Den samlade kunskapen om den mänskliga arvsmassan har sedan länge växt sig så stor att man utifrån en DNA-sekvens från en anonym person kan göra väl underbyggda gissningar inte bara om dennes kön, utan om längd, ögonfärg, ansiktsdrag, etniska ursprung och – ibland – även hemort.

Från DNA till strategiska datamängder

Den mängd data som kan utvinnas ur ett vävnadsprov från en människa är enorm. Det mänskliga genomet består av ungefär 3 miljarder baspar, uppdelat på 23 kromosomer. I sin enklaste form av kod (sekvensen av kvävebaser A, T, C, G) upptar vårt DNA mellan 1,5 och 3 gigabyte av data beroende på hur man räknar. När det mänskliga genomet kartlades för ett kvartsekel sedan var det ett kostsamt arbete som fortgick några kvävebaser i taget och krävde enorm maskinkraft. Idag skulle det räcka med en billig USB-sticka för att lagra informationen från en människas arvs massa och man kan på några timmar göra en snabb avläsning av all information i en människas DNA-prov. Kostnaden för sådana analyser sjunker stadigt och det avspeglas i att antalet människor som genomgått någon form av DNA-analys nu uppgår till många miljoner.

För att hantera och tolka stora mängder biodata uppkom en speciell yrkeskår, hybrider mellan programmerare och biologer som idag kallas bioinformatiker. Bioinformatiker utvecklar och använder mjukvara för att i olika syften dechiffrera stora biologiska datamängder. Det kan handla om att hitta

en mutation i en patients cancer som kan vara ett mål för en ny behandling. Men det kan också handla om att simulera hur ett protein veckar sig, baserat på dess sekvens av aminosyror. Det senare var en av de största utmaningarna i biologin fram tills för bara några år sedan. Men inte längre. Demis Hassabis och John Jumper från Googles DeepMind fick ett av 2024 års Nobelpris för utvecklingen av AlphaFold, ett AI-system som förutsäger proteiners tredimensionella struktur. AI-verktygen har de senaste åren blivit allt kraftfullare inom den molekylära biologin och används redan för en mängd tillämpningar: från att fastställa om en DNA-förändring leder till sjukdom, till att skraddarsy nya livsformer.

En viktig pusselbit bakom den snabba utvecklingen av AI inom biologi och medicin är den stora mängden biologiska data som är öppet tillgänglig för att träna algoritmer. Eftersom AI också samtidigt effektiviserar skapandet av nya data, som i sin tur kan användas till ytterligare träning av AI, så går utvecklingen mycket snabbt framåt. Parallellt med AI:s introduktion i bioinformatiken ökar också beräkningskapaciteten hos mikroprocesser; ytterligare en massiv ökning kan komma när kvantdatorerna gör sitt insteg. Denna synergi mellan bioteknik, digitalisering, avancerade processorer och AI-baserad dataanalys för att skapa synergier kallas biokonvergens. Det finns forskare som tror att biokonvergens kommer att ändra både hur vi lever och ser på livet inom en snar framtid. Men hur kommer det att ändra säkerhetsläget för världen?

EU:s och USA:s säkerhetsexperten är eniga om att biokonvergensens beståndsdelar – bioteknologier, AI och kvantdatorer – kommer att påverka den framtida internationella maktbalansen. Om den demokratiska västvärlden hamnar efter i den teknologiska kapplöpningen runt biokonvergens

riskerar vi att bli dominerat av totalitära regimer. Kommer framtidens krig rentav att vara biologiskt och människokroppen dess slagfält – den tanken har framkastats av både höga militärer i Kina och av välrenommerade säkerhetspolitiska tankesmedjor i väst.¹ Men på vilket sätt kan biokonvergens då egentligen göra en skillnad på operativ och taktisk nivå? För att börja besvara denna fråga utan att landa i domedagsprofetior och konspirationsteorier kring nya biovapen (de kommer senare i texten) behöver vi gå mer än två decennier tillbaka – till Afghanistan, Irak och det globala kriget mot terrorn.

DNA-dominans

DNA-teknologi är en av flera metoder inom den moderna biometrin – tekniker för att mäta och analysera unika fysiska eller beteendemässiga egenskaper hos individer för att identifiera eller verifiera deras identitet. Under det asymmetriska kriget mot terrorn fanns ett behov från USA:s sida att hålla reda på vem som var vem bland de olika motståndsceller, bombtillverkare och gerillagrupper man stötte på. Som ett av många försöka att nå överläge i den asymmetriska krigföringen i Afghanistan satsade amerikanska försvaret på att nå identitetsdominans, "identity dominance".²

Begreppet identitetsdominans syftar på en militär och säkerhetspolitisk strategi där kontroll och övervakning av individers identitet blir ett centralt verktyg i kampen mot terrorism.³ Efter 11 september-attackerna satsade USA:s försvarsmakt och underrättelsetjänster enormt på biometriska system, såsom fingeravtryck, iris- och ansiktsskanning, röstigenkänning och DNA, för att kunna identifiera, spåra och särskilja individer i konfliktzoner och globalt.⁴ I Annie Jacobsens bok "First Platoon" beskrivs hur denna utveckling konkretiserades i

Afghanistan, där amerikanska soldater inte bara stred mot en fiende utan också deltog i insamlingen av biometriska data från lokalbefolkningen.⁵ Målet var att skapa världens mest omfattande biometriska databas, vilket skulle göra det möjligt att snabbt särskilja "vän från fiende" och därmed förebygga terrorrattacker och förbättra underrättelsearbetet.⁶

För att möjliggöra identitetsdominans krävdes avancerade mjukvaru- och datalösningar, där flera stora teknikföretag och försvarsentreprenörer spelade avgörande roller. Automated Biometric Identification System (ABIS), är USA:s försvarsdepartements centrala databas för biometrisk information.⁷ ABIS möjliggör lagring och analys av fingeravtryck, iris- och ansiktsdata från miljontals individer, både i konfliktzoner och i USA.⁸ Northrop Grumman, Leidos och flera andra amerikanska företag har levererat mjukvara och hårdvara till ABIS för insamling och analys av biometriska data, inklusive mobila system som HIIDE (Handheld Interagency Identity Detection Equipment) och BAT (Biometric Automated Toolset).⁹ Även det i dag omskrivna, och ibland kontroversiella, företaget Palantir bidrog med lösningar som bearbetade biometriska data från kriget mot terrorn.¹⁰

En typ av biometriska data av särskilt värde när det gällde att kartlägga klanbaserade nätverk var förstuds DNA-markörer. Vi ser idag styrkan av de metoder som utvecklats inom så kallad forensisk genealogi, möjligheten att koppla DNA-spår från en brottsplats till en viss släkt som en hjälp att i sin tur hitta gärningspersonen. Efter Irak och Afghanistan har identitetsdominans utvecklats från att vara ett militärt verktyg för att särskilja vän från fiende till att bli en bredare strategi för kontroll, övervakning och beslutsstöd inom både militär och civil säkerhet. Biometriska system har blivit mer avancerade, med integration av AI, maskinin-

läring och stora databaser som möjliggör snabbare och mer träffsäkra identifieringar.

Jacobsens analys i ”First Platoon” visade dock att uppbyggandet av system för identitetsdominans också kan leda till en djupgående förändring i synen på människor, där de reduceras till dataspår och biometriska markörer.¹¹ Det uppstår etiska dilemman när övervakning och datainsamling blir så omfattande att de riskerar att underminera grundläggande fri- och rättigheter. Identitetsdominans innebär alltså inte bara teknisk överlägsenhet, utan också en makt över människors identitet och rörelsefrihet – en makt som kan vara svår att återta när den väl etablerats.

”Kina kan därmed redan idag ha skapat ett biometriskt informationsöverläge som även bygger på insamlandet av en stor mängd data från väst.

Idag ses biometrisk övervakning inte minst i totalitära stater där DNA-databaser har blivit ett viktigt instrument. I Kina har man i många år sett insamling av DNA från de uiguriska och tibetanska minoriteterna.¹² Den massiva DNA-datamängd som insamlades figurerade initialt också i vetenskapliga studier kring den mänskliga arvsmassan.¹³ Efter avslöjanden kring brister i forskningsetik (DNA hade bland annat samlats in i fängelser) drogs många av de vetenskapliga artiklarna tillbaka av de högt rankade tidskrifter som initialt publicerat dem.¹⁴ Sedan 2021 har Kina gradvis infört en rad nya regler (bland annat den så kallade PIPL-lagen) som begränsar export av persondata, och då särskilt av genetiska data.¹⁵

PIPL har begränsat internationella samarbeten och publikationer så att vi idag vet mycket litet om exakt hur mycket DNA-

data som samlas in och för vilka syften i Folkrepubliken.¹⁶ Kinas stora, statsägda DNA-sekvensföretag BGI uppger själva att de sekvenserat mer än 1 miljon mänskliga genom.¹⁷ Det tros vara ungefär lika många mänskliga arvsmassor som EU och USA sekvenserat tillsammans.¹⁸ BGI är svartlistat i USA på grund av nära samröre med Folkets befrielsearmé.¹⁹ USA har också framfört belägg att BGI insamlar data från amerikanska medborgare i stor skala genom att sälja diagnostiska analyser.²⁰ Samtidigt har BGI varit en mycket stor mottagare av genetiska data från öppna forskningsarkiv i väst.²¹ Eftersom det inte, omvänt, finns kinesiska öppna arkiv föreligger det idag en ökande data-asymmetri mellan Kina, å ena sidan, och EU/USA å andra sidan. Kinesiska statsaktörer har dragit effektiv nytta av rörelsen kring ”open science” som i många år dominerat policy hos högt rankade vetenskapliga tidskrifter och västerländska universitet. Kina kan därmed redan idag ha skapat ett biometriskt informationsöverläge som även bygger på insamlandet av en stor mängd data från väst.

Jämfört med Kina, EU och USA är Ryssland en minimal aktör i kampen om DNA-dominans. Men det förefaller i Ryssland samtidigt finnas en stor medvetenhet om att storskaliga biodata är något man ska vara vaksam på. Redan före 2015 krävdes godkännande från säkerhetstjänsten för publicering av forskning med militär eller industriell betydelse. Men i maj 2015 utvidgades regelverket kraftigt genom ett dekret från president Putin, vilket innebar att även forskning om ”nya produkter” och teknikområden med potentiell säkerhetsrelevans omfattades. Detta har tolkats mycket brett av både FSB och universitetsledningar i Ryssland. Enligt tidskriften *Nature* har exempelvis det framstående A N Belozersky-institutet för biofysisk forskning vid Moskvas statliga universi-

tet (MGU) beordrat sina forskare att skicka in alla forskningsartiklar till FSB för granskning innan de får skickas till vetenskapliga tidskrifter.²² Andra ryska institutioner har infört liknande rutiner. Under september 2025 trädde en ny lag trätt i kraft som innebär att all civil vetenskaplig forskning med utländska samarbeten måste godkännas av FSB.²³ Detta gäller även sampublication av artiklar i internationella tidskrifter och omfattar alla områden, inklusive biologi och medicin.²⁴ Även Ryssland kan genom sitt strikta regelverk därmed kapitalisera på att ladda ner biologiska data från västerländska arkiv samtidigt som landet själv håller hårt i sin egen information.

”Även bakterier går att tillverka syntetiskt idag.

Vi kan alltså fastslå att några av världens största geopolitiska spelare – USA, Kina och Ryssland – samtliga lagrar stora mängder DNA och detta även för projekt som sker i nära samarbete med militära organisationer eller under överinseende av säkerhetstjänsten. Vidare ser vi att det finns en informationsasymmetri i det att data är öppnare i demokratiska västländer och därmed kan inhämtas för att berika datamängderna som samlas i totalitära stater. På så sätt har den kamp om identitetsdominans som påbörjades av USA nu vänts mot västvärlden. Ironiskt nog har detta skett genom vår goda vilja att dela med sig av vetenskapliga resultat. Vad kan då denna data användas till i en framtid där biokonvergens blir ett nytt maktmedel? Ett svar är enkelt: data är guld värda för att träna maskinintelligens, främst i så kallat djuplärande. Tillgång till stora mängder biologiska data från fler olika befolkningsgrupper innebär med stor sannolikhet ett avsevärt försteg i att träna fram bättre verktyg

inom biokonvergens. Men än sen då? Vilka säkerhetspolitiska hotbilder framtonar om demokratiska länder halkar efter i kapplöpningen om biokonvergens?

Från AI till nya farsoter

Biokonvergensens verktygslåda gör idag att det blir allt lättare att syntetiskt framställa livets molekyler. Därifrån är inte steget långt till att syntetiskt framställa enklare organismer. Redan år 2002, långt innan AI blev brett tillgängligt, lyckades forskare syntetisera poliovirusets arvsmassa från grunden, utan att använda ett naturligt virus som mall.²⁵ Den konstgjorda arvsmassan introducerades i celler och resulterade viruspartiklar som kunde infektera andra celler.²⁶ En kort tid därefter, 2005 rekonstruerades det pandemiska influensaviruset från 1918, den så kallade spanska sjukan.²⁷ Under 2017 rapporterade forskare att de lyckats syntetisera ett komplett hästkoppsvirus från kemiskt syntetiserade DNA-fragment.²⁸ Detta väckte stor debatt om möjligheten att återskapa det besläktade smittkoppsviruset, som varit utdött sedan 1980.²⁹ Denna så kallade syntetiska virologi bidrar nu starkt till människans hälsa, inom fält som läkemedelsleverans och vaccination.

Även bakterier går att tillverka syntetiskt idag. Det första stora genombrottet gjordes år 2010. Forskare vid J. Craig Venter Institute skapade då den första bakteriecellen med ett helt syntetiskt genom.³⁰ De syntetiserade hela arvsmassan för bakterien *Mycoplasma mycoides* och sedan transplanterades den till en mottagarcell som kunde växa och dela sig med endast den syntetiska arvsmassan som instruktion.³¹ År 2016 publicerade samma forskargrupp en vidareutveckling, då de skapade en bakterie med det minsta kända genomet i naturen, men som ändå kunde upprätthålla liv och celldelning.³²

Utvecklingen fortsatte med skapandet av syntetiska kolibakterier med en artificiellt komprimerad genetisk kod 2019.³³ Precis som för syntetiska virus finns omfattande nyttoaspekter med syntetiska bakterier, såsom att producera läkemedel, bryta ner miljögifter eller agera som biosensorer.

De snabba genombrotten inom konstgjord tillverkning av mikroorganismer har lett spekulationer att det nu, med AI:s hjälp, kommer att bli mycket lättare att skapa nya livsformer utanför de kontrollerade miljöer som forskningsinstitut, universitet och sjukhus innebär. Kan biokonvergens komma att innebära en demokratisering av bioteknologin till den nivån att nästan vem som helst kan tillverka nya organismer? Finns det då samtidigt en fara att syntetiska bakterier och virus används till syften vars intentioner inte är goda – nya biologiska vapen, rentav genetiska vapen?

Myter om genetiska precisionsvapen

En av de första gångerna begreppet genetiska vapen nämns är i en artikel av lundagenetikern och senare psykiatern Carl A. Larson som 1970 publicerade en artikel med titeln "Ethnic Weapons" i tidskriften *Military Review*.³⁴ Artikeln lär ha orsakat en smärre demonstration utanför Genetiska institutionen. Men inte på grund av dess innehåll utan för att en svensk forskare, mitt under Vietnamkriget, publicerat sig i en amerikansk militär tidskrift. Innehållet är inte desto mindre skrämmande, då Larson sakligt drar slutsatsen att en ny generation kemiska vapen börjar ta form. Kunskapen i genetiska skillnader i enzymaktivitet mellan etniska grupper hade nämligen 1970 blivit så stor att man började förutsäga skillnader i hur befolkningsgrupper reagerar på gifter, inklusive nervgaser: "the functions of life

lie bare to attack" skrev Larson.³⁵ Några offentliga belägg för att det faktiskt förekom några försök att framställa kemiska vapen riktade mot vissa befolkningsgrupper under kalla kriget, när artikeln skrevs, fanns dock inte. Efter Sovjetunionens fall skulle dock vittnesuppgifter framkomma kring en annan typ av genetiska vapen.

”*En fördel med nya vapen skulle också vara att det inte fanns vaccin tillgängliga mot dem hos Sovjetunionens motståndare.*

Ken Alibek var förste vice direktör för Biopreparat, Sovjetunionens civila gren för biologiska vapen. Efter sitt avhopp till USA 1992 vittnade Alibek om att programmet utvecklade och testade genetiskt manipulerade virus och bakterier, bland annat för att öka smittsamhet och resistens mot läkemedel.³⁶ Alibek beskrev hur forskare inom Biopreparat använde genteknik för att skapa nya, mer dödliga varianter av biologiska vapen, inklusive modifierade former av mjältbrand, pest och Marburgvirus.³⁷ Alibek betonade att dessa experiment syftade till att kringgå internationella förbud och skapa vapen som kunde undgå upptäckt.³⁸ En fördel med nya vapen skulle också vara att det inte fanns vaccin tillgängliga mot dem hos Sovjetunionens motståndare. En förutsättning för det senare var förstås att de genetiska vapnen framforskades under stor sekretess.

Omfattningen av forskningen kring konstgjorda biologiska vapen under kalla kriget är fortfarande oklar. Minst lika oklar är frågan i vilken mån sådan forskning fortsatte efter kalla kriget slut. Samtidigt som världsläget under en period blev fritt från hot om storkrig, under 1990- och tidigt 2000-talet,

fortsatte bioteknologin att utvecklas så att man på olika sätt kunde målstyra effekten av olika molekyler så att den bara drabbade celler med en viss DNA-sekvens. Idag kan läkemedel skräddarsys för att selektivt påverka funktionen hos proteiner baserat på skillnader i enstaka aminosyror, skillnader som i sin tur kan spåras till skillnader i ordningen av kvävebaser i DNA-molekylen. Celler som innehåller proteiner från muterade DNA-strängar kan på så vis kännas igen och påverkas selektivt med läkemedel.

En stor tillämpning för sådana, så kallade precisionsläkemedel, är cancerbehandling. Inom onkologin ser man allt fler målstyrda läkemedel som syftar till att stänga ner funktionen av proteiner som driver på cancercellers tillväxt, samtidigt som normala celler (utan mutationen) skonas.³⁹ När läkemedlet stänger ner det muterade proteinet slutar canceren att växa. Den snabbt ökande repertoaren av sådana precisionsläkemedel är en av de mest hoppingsvande trenderna inom dagens cancervård.⁴⁰ Även denna utveckling blir också alltmer beroende av att med hjälp av AI förstå hur muterade proteiner skiljer sig från normala samt hur läkemedel ska designas för att bara ha effekt på celler med muterade proteiner. Det är alltså inte en långsökt tanke att – om man kan tillverka läkemedel som slår mot celler som bär en viss genetisk variant (mutation) – finns det då inte också en risk att en hotaktör framställer biologiska och kemiska vapen som bara slår mot vissa etniska grupper? Det finns ju skillnader i arvsmassan mellan nästan alla människor och dessa är än större mellan individer från olika etniska grupper.

Som tur är bygger effekten av sådana etniskt målstyrda genetiska vapen på premisser som sannolikt är mycket svåra att uppfylla – i alla fall vad gäller biologiska vapen. För det första måste en målbefolkning ha en eller flera genvarianter som gör den mer känslig

för den aktuella mikroorganismen, medan den angripande befolkningen är väl skyddad genom att ha andra genvarianter i hög frekvens. Men sådana par av folkgrupper med biologisk sårbarhet och biologiskt skydd är mycket sällsynta. Det innebär att en ondsint angripare som försöker använda ett etniskt biovapen ofelbart löper risken att drabbas av stora förluster bland den egna etniska gruppen – om man inte lägger till något annat skydd såsom ett vaccin som bara den egna befolkningen har. Och om man har ensam tillgång till ett sådant vaccin, varför då göra sig besväret att ta fram ett genetiskt biovapen?

Men det kan förstås finnas situationer då det, i alla fall rent teoretiskt, kan vara möjligt att utveckla ett virus eller en bakterie som drabbar en etnisk grupp i mycket högre omfattning än andra. Små etniska minoriteter med en hög grad av släktgift skulle under vissa omständigheter kunna utgöra ett mål för sådana vapen – men ingen befolkning har idag beskrivits ha en sådan känslighet. Dock är det ett oroande faktum att vissa minoriteter i totalitära stater genomgår omfattande DNA-sekvensering (se ovan).⁴¹ Hur sådan data används hade behövt redovisas öppet och monitoreras av det internationella vetenskapssamfundet eftersom risken för missbruk är uppenbar. Man bör också vara observant på medicinska experiment i internerings- eller omskolningsläger för förtryckta minoriteter. Sådana kan utgöra en hypotetisk varning att ett biologiskt agens testas för sin verkan på vissa etniska grupper.

Men om det nu är väldigt osannolikt rent vetenskapligt att ett etniskt biovapen kan tillverkas, hur är det då med risken att en ondsint aktör försöker skräddarsy ett biologiskt vapen mot en enskild individ? Detta koncept har färre teoretiska hinder än framtagandet av etniska vapen eftersom det stora flertalet individer är genetiskt olika.

Men det finns fortfarande flera stora hinder, både teoretiskt och praktiskt. För det första gäller det att forskarna bättre än idag behöver förstå hur olika genetiska känsligheter för infektioner samverkar för att ge en sammanlagd risk för att en individ ska drabbas av en svår infektion. Sådan ”polygen” riskuppskattning är ett hett forskningsområde, men mycket finns kvar innan vi kan göra pålitliga förutsägelser för att en viss person ska drabbas av en infektion medan andra som exponerats för samma smittkälla inte gör det. Även om man försöker skraddarsy ett virus eller en bakterie för att främst infektera en viss individ är det svårt att vara säker utan att testa det. Detta visar återigen på vikten att vara observant på medicinska experiment bland fångar och dissidenter. Slutligen måste man beakta risken att ett sådan skraddarsydd patogen förändras (muterar) så att de kan infektera litet vem som helst – även de som skapat den.

”*I likhet med situationen med syntetiska biovapen bör forskningsprojekt gjorda i miljöer av fängelser och omskolningsläger väcka farhågor.*

Vi är därför åter vid frågan varför någon aktör alls skulle göra sig besväret att framställa ett genetiskt målstyrt biologiskt vapen? Varför lägga ner resurserna och varför ta riskerna? Två motiv framtonar och de är intressant nog motstridiga. Det första är förnekbarhet – man vill kunna slå ut en viss individ eller grupp av individer, och få det att se ut som en naturlig sjukdom, eller i alla fall se till att man inte kan spåras. Det andra motivet är själva skräckeffekten – man vill visa att man vågar och kan, och bryr sig då inte så mycket om förnekbarheten. Vi ser

drag av det senare i mordförsöket med novichok på far och dotter Skripal i Salisbury. Men tragedin i Salisbury visar också på ett annat argument mot målstyrda biologiska vapen – nästan alla effekter man kan vilja uppnå med sådana, kan uppnås även med kemiska substanser, men utan att man tar samma risker.

Utöver de cancerläkemedel som nämns ovan finns det idag mycket omfattande data över hur sårbarheten för olika läkemedel styrs av genetiska skillnader mellan individer, så kallad farmakogenomik. Den framtida utvecklingen av syntetiska läkemedel kommer att möjliggöra att dess effekter alltmer kan målstyras mot vissa genetiska profiler hos mänskliga celler. Rent teoretiskt är det alltså redan, eller inom en snar framtid, möjligt att skraddarsy en kemisk substans så att det endast skapar effekter hos en individ med en viss genetisk profil. Vi ser ännu inga tecken på att sådana substanser tagits fram eller använts, men vaksamhet kan vara befogad.⁴² Varningstecken kan bestå i dissidenter som blir sjuka eller avlider med en udda symtombild, enskilda eller i grupp. I likhet med situationen med syntetiska biovapen bör forskningsprojekt gjorda i miljöer av fängelser och omskolningsläger väcka farhågor. Samtidigt är en skillnad mot situationen med biovapen att kemiska substanser kan ge en mycket bredare repertoar av symtom vid en förgiftning, jämfört med situationen vid en infektion. Och en ondsint aktör kan i mycket högre grad välja vilka symptom denne vill framkalla eftersom det finns så många kemiska substanser att välja mellan. Kanske är det inte död eller svår sjukdom som står högst på agendan utan psykiatriska effekter, eller till och med kosmetiska effekter.

Vissa av oss minns Viktor Jusjtjenko, en av Ukrainas tidigare presidenter. Han blev internationellt känd efter att ha utsatts för en allvarlig dioxinförgiftning under sin

presidentvalskampanj 2004. Förgiftningen ledde till svåra mag- och ryggsmärtor, gulst och en kraftig vanställldhet av ansiktet med klorakne, en svår form av hudåkomma orsakad av vissa kemikalier. Det går förstås inte att bekräfta att syftet var att vanställa presidentkandidaten, men fallet illustrerar hur förgiftning kan användas för att påverka image hos politiska kandidater. Man kan från det extrapolera till effekten psykiskt aktiva substanser hade kunnat få om de gavs vid ett strategiskt ögonblick eller smögs in i låg dos under en lång tid för att sakta ackumuleras i kroppen. Genetisk målstyrning är förstås inte en förutsättning för en sådan förgiftning, det finns ju andra sätt att se till att giftet bara når en person. Men det kan ändå vara ett hjälpmedel som minskar risken för upptäckt eftersom man kan sprida det i vatten eller föda som intas av många, samtidigt som bara en person blir svårt påverkad.

Underrättelsehotet i närtid: personlig profilering

Jag har hittills i denna artikel tonat ner hotet från genetiska biovapen. Hotet från genetiskt målstyrda gifter kan vara större men ligger nog ändå i framtiden och det kräver väldigt specifika incitament hos en hotaktör. Men var ligger då det mest reella hotet idag från genetisk teknologi? Det finns goda skäl att påstå att hotet från genetisk information ligger just där – i informationsdomänen. Finns det operativa fördelar för en internationell maktspelare att inhämta genetiska data från motståndarlägret, utöver den redan nämnda tillämpningen att spåra terrorister med rättsgenetiska analyser?

Isamband med WikiLeaks-läckan ”Cablegate” 2010, framkom tecken på att amerikansk ambassadpersonal fått instruktioner från USA:s utrikesdepartement om att samla in detaljerad information om utländska

ledare, inklusive biometrisk data som fingeravtryck, irisdata och i vissa fall DNA. Syftet var att förbättra underrättelser och identifiering, särskilt i samband med säkerhetsfrågor och internationella förhandlingar.⁴³ Det finns goda skäl att anta att intresset för DNA-sekvenser från internationella makthavare inte är begränsat till USA. Men oavsett omfattningen av sådan inhämtning av genetiska persondata så agerar flera av världens makthavare som om det föreligger ett hot mot deras arvs massa.⁴⁴

Att det finns en stor försiktighet i detta avseende kunde anas inte minst när Putin och Macron skulle träffas strax innan den fullskaliga invasionen av Ukraina. Alla kommer ihåg det långa bordet dem emellan som berodde på att Macron vägrade att låta sig covid-testas vid ett statsbesök i Ryssland. Rykten figurerade att det berodde på rädsla att ryska myndigheter skulle stjäla den franske presidentens DNA.⁴⁵ Samtidigt lär just biologiska lämningar med DNA ha en särskild plats i den paranoia som omgärdar president Putins egna säkerhetsrutiner.⁴⁶

Storskaliga genetiska data verkar även vara av intresse för organisationer inom försvars- och underrättelseverksamhet. Loggar över nedladdningar av stora datamängder från världens största öppna forskningsarkiv för genetiska data (dbGAP) visar att stora mängder data laddats ner av företag med kända försvarskopplingar såsom det kinesiska BGI (se ovan) och det amerikanska SRA International (senare uppköpt av General Dynamics). Även statsaktörer med försvarsprofil har laddat ner stora datamängder, ex vis Oak Ridge Laboratory (USA), Tsinghua University (Kina), samt det ryska Burnasyan Federal Medical Biophysical Center enligt opublicerade data från Lunds universitet. De officiella syftena är oftast cancerforskning eller design av nya metoder för DNA-analys. Men även framtagning av nya algoritmer

för att koppla DNA till ansiktsgenkänning finns med bland de skäl som anges vid förfrågningar om DNA-profiler. Det finns också datautlämningar till projekt som utforskar hur genetiska faktorer påverkar soldaters hälsa.

Det finns alltså tydliga belägg i öppna källor att genetiska data har börjat användas för underrättelseanalys.

Av särskilt intresse är de ”genetiska soldatpass” som sägs ha tagit fram efter ett initiativ från den ryska vetenskapsakademien. Redan 2019 diskuterade högt uppsatta ryska forskare möjligheten att införa ”genetiska pass” för militär personal.⁴⁷ Syftet var att använda genetisk information för att bättre kunna avgöra soldaters lämplighet för olika militära specialiteter, samt för att förbättra identifieringen av stupade soldater i krig eller katastrofer.⁴⁸ I december 2024 uttryckte Vladimir Putin sitt stöd för att samla in DNA från alla som skriver kontrakt med försvarsministeriet.⁴⁹ Det ryska försvarsministeriet har nu tagit fram lagförslag om obligatorisk insamling av DNA från militär personal, inklusive kontraktsanställda, frivilliga och medlemmar av Rosgvardija, det nationella gardet.⁵⁰

Det ryska arbetet med genetiska soldatpass har fortgått parallellt med att DNA-databaser för brottsbekämpning utvidgats till dömda på de lägre delarna av straffskalan. Det skapas nu i Ryssland en mycket stor DNA-databas, vid det statliga forskningscentret ”Kurchatov-institutet” till vilket över 60 ryska ”forskningsorganisationer” måste sända in sina DNA-data. Vilka aktörer som har access till denna data och för vilka ändamål den ska brukas till, förutom ren identifiering, är det dock svårt att hitta öppen information om. Även USA har sedan många år minst

två program med en del gemensamma drag med de ryska soldatpassen, Million Veterans Program, som fokuserar på veteraners hälsa, samt MilSeq, en hälsostudie inom US Air Force.⁵¹ Dessa program har emellertid stor transparens, levererar vetenskapliga publikationer och delar data enligt ”open science”-principen.⁵² Vidare är det ett mycket tydligt fokus på hälsa främst efter att en soldat lämnat tjänsten och blivit just ”veteran”.

Det finns alltså tydliga belägg i öppna källor att genetiska data har börjat användas för underrättelseanalys av skiftande karaktär – från personlig profilering av utländska makthavare till att skaffa sig kunskap om och kontroll av de egna trupperna. Betyder allt detta då något för det svenska totalförsvaret? Svaret är förstås att det beror på vilket sätt en framtida konflikt kan komma att utspelas och när den sker. Men oavsett vilket torde det i närtid vara inom underrättelse- och informationsdomänerna som de mest framträdande hoten och möjligheterna med biometrisk data och dess AI-tillämpningar (biokonvergens) finns. För med hot kommer möjligheter och med möjligheter hot – som alltid när man analyserar disruptiv ny teknik i försvarssammanhang.

Konsekvenser för underrättelse och säkerhetsarbete

Nedan följer risker och möjligheter med DNA-teknologi för underrättelse och informations-operationer uppdelade på taktisk, operativ och strategisk nivå. Listan ska ses som exempel på tillämpningar som redan är eller snart bedöms genomförbara ur ett tekniskt och vetenskapligt hänseende. De ska också ha ett så pass stort värde att de kan komma att faktiskt tas i bruk av en aktör i en internationell konflikt.

1. Taktisk nivå: skydd och spårbarhet

DNA-tekniken gör det möjligt att som aldrig tidigare spåra och identifiera operatörer och underrättelseagenter genom att säkra biologiska spår. För operatörer som vill vara anonyma för att undgå repressalier eller agenter som agerar under täckmantel är detta ett nytt hot. Det nya ligger inte i själva DNA-tekniken – man har kunnat använda DNA för rättsmedicinsk identifiering i decennier. Det nya ligger i algoritmer och stora datasamlingar som gör att man till stor del kan spåra även en person som inte redan finns i ett register. Detta kan ske genom att fastställa släktskap med andra som finns i databaserna och/eller genom att statistiskt kartlägga sannolikheter för geografiskt ursprung, kön, ålder och utseende. Omvänt kan förstås DNA-profiler användas som ytterligare en biometrisk variabel i bakgrundskontroller vid säkerhetsarbete – stämmer den biografiska information en individ gett med DNA-profilen? Kanske kan en sådan verifikation som del av en säkerhetsprövning förefalla ytterst paranoid. Men tänk en framtid när vissa medarbetare endast arbetar på distans samtidigt som *deep fakes* florerar. Kanske blir DNA då ett sätt att lägga till ytterligare ett lager av säkerhet i en ständig kapplöpning mellan verifikation, å ena sidan, och falsk information å den andra.

2. Operativ nivå: de dödas dataflöden

Profilering av stupade soldater med DNA-teknik har hittills (i alla fall enligt öppna källor) endast använts för att fastställa identitet. Men nya analysmöjligheter gör att DNA-sekvenser insamlade från en grupp avlidna kan användas till att statistiska uppskatta dessa individers geografiska ursprung. Kommer de från en krigförande stat som använder genetiska soldatpass (se ovan) kan en stöld av sådan data göra att

både stupade och krigsfångar kan spåras som aldrig tidigare. På så vis kan man se från vilka regioner i det krigförande landet som olika förband rekryteras ifrån och rikta påverkansoperationer till dessa landsändar. En gravt oetisk aktör kan härvid rikta påverkan ner på en personlig nivå genom att genom DNA-profilen spåra de familjer som de stupade kommer ifrån. Samtidigt går allt detta endast att genomföra i situationer där befolkningen är genetiskt väl kartlagt och individen tappat kontrollen över sin genetiska information. Det gör att länder med storskaliga program för att kunna kontrollera sin befolkning via DNA-profiler också blir mer sårbara om sådan information kan exfiltreras. Totalitära stater med stora DNA-databaser över befolkningen blir härmed extra sårbara.

3. Strategisk nivå: maktens hemligheter

DNA-profilering blir ett alltmer användbart instrument som komplettering till personlighetsanalyser och för att skatta hälsorisker. Det är inte omöjligt att DNA-profilering kommer att användas som instrument för rekrytering till topp tjänster. Det kan också framkomma krav vid demokratiska val att kandidater lämnar ut sina DNA-profiler, såsom man i USA förväntas lämna ut sina inkomstdeklarationer. Men en sådan profilering innebär också risker för underrättelseprofilering av landets toppskikt på sätt som kan användas operativt, inte minst i länder som annars är slutna på ett sätt som gör att biografisk information om makthavare är svår att inhämta. Finns sårbarheter för missbruk eller andra personlighetsdrag som gör att en viss person i ett ledarskikt är lämpligare att försöka rekrytera som källa eller påverkansagent än andra i samma miljö? Det går inte heller att utesluta att DNA-profilering av en makthavare i framtiden också öppnar risker för utpressning. Hittar man tecken på en psykiatrisk sjukdom eller ett

etniskt ursprung som det i en totalitär miljö är något individer kan vilja hemlighålla? Kan man i framtiden massproducera kopior av en makthavares DNA och använda det för att förvirra brottsutredningar eller system som använder DNA som identifikator?

En rimlig svensk riktning

Riskerna är alltså många och den framtida utvecklingen osäker. Som texten ovan visar är världens tre stora militärmakter – USA, Kina och Ryssland – på olika sätt sedan länge engagerade i kapplöpningen kring storskaliga biologiska data. Vad vi kan se i öppna källor innebär detta både en ökad kartläggning av den egna befolkningen och/eller den militära personalen parallellt med inhämtning av DNA-data från andra länders befolkning och makthavare. Som en sorts paranoid spegling av detta beteende vaktar man noggrant sina egna makthavares DNA. Jämförelsevis, förefaller Sverige och resten av Europa vara mer restriktiva i inlemmandet av storskaliga biodata i statens säkerhetsapparat. Att, som EU, i stället fokusera på att först få upp nivån av cybersäkerhet (NIS2-direktivet) och först därefter bygga ett stort digitalt system för delning av hälsodata (European Health Data Space) inklusive genetisk information är en både etiskt och säkerhetsmässigt sund

strategi. Samtidigt accelererar biokonvergensten i omvärlden och vi behöver göra en riskanalys som når hela vägen in till våra beslutsfattare. Utvecklingstakten hos biokonvergensens teknologier är mycket svår att bestämma. Därför är det extra viktigt att fastställa varningstecken som skvallrar om att en risk är under uppsegling, i stället för att försöka prediktera när en viss teknologi är mogen att användas antagonistiskt. Parallellt måste vi i god tid göra en analys vilka av biokonvergensens möjligheter inom underrättelse- och informationsdomänen som vi både kan och bör utnyttja, eller i alla fall utforska i olika scenarier. En sådan analys är en grannlaga uppgift då den måste väga våra kärnvärderingar kring mänskliga rättigheter och folkrätt mot riskerna att stå utan kunskap om de framtida tekniker som kan komma att utgöra ett hot. Det är hög tid att sätta igång, ensamma eller med våra närmsta allierade.

Författaren är professor vid medicinska fakulteten, Lunds universitet, och överläkare i patologi vid Region Skåne. Han är vice-dekan för internationalisering, säkerhet och beredskap och forskar på risker och möjligheter med ny teknologi i gränslandet mellan medicin och säkerhetspolitik.

Noter

1. Matthews, Luke J; Lee, Mary; De Bruhl, Bradley F; Elinoff, Daniel och Eusebi, Christopher A: *Plagues, Cyborgs, and Supersoldiers: The Human Domain of War*, RAND Corporation, Santa Monica 2024, https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA2520-1.html, (2026-05-11); Kania, Elsa B: "Minds at War: China's Pursuit of Military Advantage through Cognitive Science and Biotechnology", *PRISM*, vol 8, nr 3, 2019, s 82-101, https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/prism/prism_8-3/prism_8-3_Kania_82-101.pdf, (2026-05-11).
2. Woodward, John D: "Using Biometrics to Achieve Identity Dominance in the Global War on Terrorism", *Military Review*, 2005, <https://www.rand.org/pubs/reprints/RP1194.html>, (2026-05-11).
3. Ibid.
4. Ibid.
5. Jacobsen, Annie: *First Platoon: A Story of Modern War in the Age of Identity Dominance*, Dutton, New York 2021.
6. Ibid.
7. *Automated Biometrics Identification System (ABIS)*, Security Vision Database, https://www.securityvision.io/wiki/index.php/Automated_Biometrics_Identification_System_%28ABIS%29, (2026-05-11).
8. Ibid.
9. Ibid.; Hu, Margaret: "Afghanistan's Taliban reportedly have control of US biometric devices – a lesson in life-and-death consequences of data privacy", *The Conversation*, 2021-08-30, <https://theconversation.com/afghanistans-taliban-reportedly-have-control-of-us-biometric-devices-a-lesson-in-life-and-death-consequences-of-data-privacy-166465>, (2026-05-11); Toft Djanegara, Nina: *Biometrics and counter-terrorism: Case study of Iraq and Afghanistan*, Privacy International, London 2021, <https://privacyinternational.org/report/4529/biometrics-and-counter-terrorism-case-study-iraq-and-afghanistan>, (2026-05-11).
10. Duska, Kevin J S: "The Rise of Palantir Military AI: From Counterinsurgency to Kill Chains", *AI Weapons Watch*, 2025, 2025-03-25, <https://aiweapons.tech/the-rise-of-palantir-military-ai-from-counterinsurgency-to-kill-chains/>, (2026-05-11).
11. Jacobsen, Annie: *First Platoon: A Story of Modern War in the Age of Identity Dominance*, Dutton, New York 2021.
12. Lewis, Dyani: "Unethical studies on Chinese minority groups are being retracted — but not fast enough, critics say", *Nature*, vol 625, nr 7996, 2024, s 650-654, <https://www.nature.com/articles/d41586-024-00170-0>, (2026-05-11).
13. Ibid.
14. Ibid.
15. Lewis, Dyani: "China's souped-up data privacy laws deter researchers", *Nature*, 2023-05-25, <https://www.nature.com/articles/d41586-023-01638-1>, (2026-05-11).
16. Ibid.
17. "BGI Human WGS", BGI Genomics, <https://services.bgi.com/bgi-human-wgs>, (2026-05-11).
18. Benson-Tilsen, Tsvi: "How many human genomes have been sequenced?", Berkeley Genomics, 2025-01-16, https://berkeleygenomics.org/articles/How_many_human_genomes_have_been_sequenced_.html, (2026-05-11).
19. Needham, Kirsty och Baldwin, Clare: "China's gene giant harvests data from millions of women", *Reuters*, 2021-07-07, <https://www.reuters.com/investigates/special-report/health-china-bgi-dnal>, (2026-05-11).
20. *China's collection of genomic and other health-care data from America: Risks to privacy and U.S. economic and national security*, National Counterintelligence and Security Center (NCSC) Office of the Director of National Intelligence, Washington DC 2021, https://www.dni.gov/files/NCSC/documents/SafeguardingOurFuture/NCSC_China_Genomics_Fact_Sheet_2021revision20210203.pdf, (2026-05-11).
21. Opublicerade data, Lunds universitet.
22. Schiermeier, Quirin: "Russia: Secret service to vet manuscripts", *Nature*, vol 526, 2015, s 486, <https://www.nature.com/articles/526486a.pdf>, (2026-05-11).
23. "Putin signs law giving FSB oversight of Russia's scientific collaboration abroad", *Meduza*, 2025-06-24, <https://meduza.io/en/news/2025/06/24/putin-signs-law-giving-fsb-oversight-of-russia-s-scientific-collaboration-abroad>, (2026-05-11).
24. Ibid.

25. Cello, Jeronimo; Paul, Aniko V och Wimmer, Eckard: "Chemical synthesis of poliovirus cDNA: Generation of infectious virus in the absence of natural template", *Science*, vol 297, nr 5583, 2002, s 1016-1018, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1072266>, (2026-05-11).
26. Ibid.
27. Tumpey, Terrence M m fl: "Characterization of the Reconstructed 1918 Spanish Influenza Pandemic Virus", *Science*, vol 310, nr 5745, 2005, s 77-80, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1119392>, (2026-05-11).
28. Noyce, Ryan S; Lederman, Seth och Evans, David H: "Construction of an infectious horsepox virus vaccine from chemically synthesized DNA fragments", *PLoS One*, vol 13, nr 1, 2018, s e0188453, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0188453>, (2026-05-11).
29. Ibid.
30. Gibson, Daniel G m fl: "Creation of a bacterial cell controlled by a chemically synthesized genome", *Science*, vol 329, nr 5987, 2010, s 52-56, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1190719>, (2026-05-11).
31. Ibid.
32. Hutchison, Clyde A m fl: "Design and synthesis of a minimal bacterial genome", *Science*, vol 351, nr 6280, 2016, <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aad6253>, (2026-05-11).
33. Fredens, Julius m fl: "Total synthesis of Escherichia coli with a recoded genome", *Nature*, vol 569, nr 7757 2019, s 514-518, <https://www.nature.com/articles/s41586-019-1192-5>, (2026-05-11).
34. Larson, Carl A: "Ethnic Weapons", *Military Review*, vol 50, nr 11, 1970, <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/Directors-Select-Articles/Ethnic-Weapons/>, (2026-05-11).
35. Ibid.
36. Alibek, Ken och Handelman, Stephen: *Biohazard*, Random House, New York 1999, <https://www.penguinrandomhouse.com/books/2070/biohazard-by-ken-alibek-with-stephen-handelman/>, (2026-05-11).
37. Ibid.
38. Ibid.
39. Rockberg, Johan och Mangsbo, Sara: "Precisionsmedicin och DNA-sekvensering – en revolution inom cancerbehandling", *Onkologi i Sverige*, 2025-03-10, <https://www.onkologiisverige.se/precisionsmedicin-och-dna-sekvensering-en-revolution-inom-cancerbehandling/>, (2026-05-11).
40. Ibid.
41. Normile, Dennis: "Genetic papers containing data on China's ethnic minorities draw fire", *Science*, 2021-08-10, <https://www.science.org/content/article/genetic-papers-containing-data-china-s-ethnic-minorities-draw-fire>, (2026-05-11).
42. Ingesson, Tony; Chattopadhyay, Subhayan och Gisselsson, David: "Large-Scale Nightmare or Precision Tool for Covert Operations? An Assessment of the Risks of Genetic Technology in the Near Future", *International Journal of Intelligence and CounterIntelligence*, 2025-08-01, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/08850607.2025.2531921>, (2026-05-11).
43. Arrison, Sonia: "In Uncle Sam, You've Got a Friend Who Wants Everybody's DNA", *TechNewsWorld*, 2010-12-01, <https://www.technewsworld.com/story/in-uncle-sam-youve-got-a-friend-who-wants-everybodys-dna-71348.html>, (2026-05-11); "08STATE30340_a", Wikileaks, https://wikileaks.org/plusd/cables/08STATE30340_a.html, (2026-05-11); "09STATE37561_a", Wikileaks, https://wikileaks.org/plusd/cables/09STATE37561_a.html, (2026-05-11).
44. Hessel, Andrew; Goodman, Marc och Kotler, Steven: "Hacking the President's DNA", *The Atlantic*, 2012, https://www.genomes2people.org/wp-content/uploads/2018/08/201212_TheAtlantic.pdf, (2026-05-11).
45. Agnér, Linn: "Vad skulle Putin kunna göra med Macrons dna?", *Svenska Dagbladet*, 2022-02-12, <https://www.svd.se/a/7dMqAK/vad-skulle-putin-kunna-gora-med-macrons-dna>, (2026-05-11).
46. Dawson, Bethany: "Putin's bodyguards collect his poop every time he travels abroad and take it back to Russia with them, report says", *Business Insider*, 2022, <https://www.businessinsider.com/putin-bodyguards-collect-his-poop-every-time-travels-abroad-report-2022-6>, (2026-05-11).
47. "План создания генетического паспорта военнослужащего", *Genetics-info.ru*, 2019-06-07, <https://genetics-info.ru/news/glavaran-rasskazal-o-planakh-sozdat-geneticheskij-pasport-voennoslužhashchego/>, (2026-05-11); "Russian Academy of Sciences plans for genetic

- passports", TASS, 2019-06-06, <https://nauka.tass.ru/nauka/6514209>, (2026-05-11).
48. Ibid.
 49. "Putin expresses support for requiring DNA samples from all Russian soldiers", Meduza, 2024-12-10, <https://meduza.io/en/news/2024/12/10/putin-expresses-support-for-requiring-dna-samples-from-all-russian-soldiers>, (2026-05-11).
 50. "Минобороны разработало проект об обязательном сборе ДНК у военнослужащих", *Vedomosti*, 2025-05-13, <https://www.vedomosti.ru/politics/articles/2025/05/13/1109616-minoboroni-razrabotalo-proekt-ob-obyazatelnom-sbore-dnk-u-voennosluzhaschih>, (2026-05-11); "Минобороны хочет собирать биоматериал у военных и хранить до их 70-летия", *Novaya Gazeta Europe*, 2025-05-15, <https://novayagazeta.eu/articles/2025/05/15/minoborony-khkhochet-sobirat-biomaterial-u-voennykh-i-khranit-do-ikh-70-letia>, (2026-05-11).
 51. "The MilSeq Project", *Genomes2People*, <https://www.genomes2people.org/research/milseq/>, (2026-05-11).
 52. Pereira, Stacey m fl: "Airmen and health-care providers' attitudes toward the use of genomic sequencing in the US Air Force: findings from the MilSeq Project", *Genetics in Medicine*, vol 22, 2020, <https://doi.org/10.1038/s41436-020-0928-9>, (2026-05-11); Maxwell, Megan m fl: "Educating military primary health-care providers in genomic medicine: lessons learned from the MilSeq project", *Genetics in Medicine*, vol 22, 2020, s 1710-1717, <https://doi.org/10.1038/s41436-020-0865-7>, (2026-05-11).