

Milline on järgmine tervisehüpe?

Kuidas me oma tervist mõistame, mõõdame ja mõjutame

Elin Org

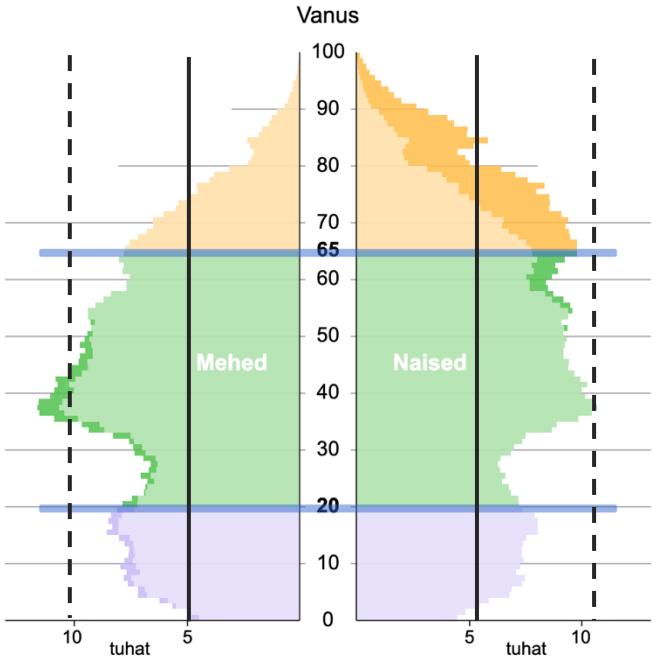
Mikrobioomika professor
Eesti geenivaramu teadusdirektor
TÜ genoomika instituut

6 november 2026 Tallinn

Eesti rahvastikupüramiid ja prognoosid

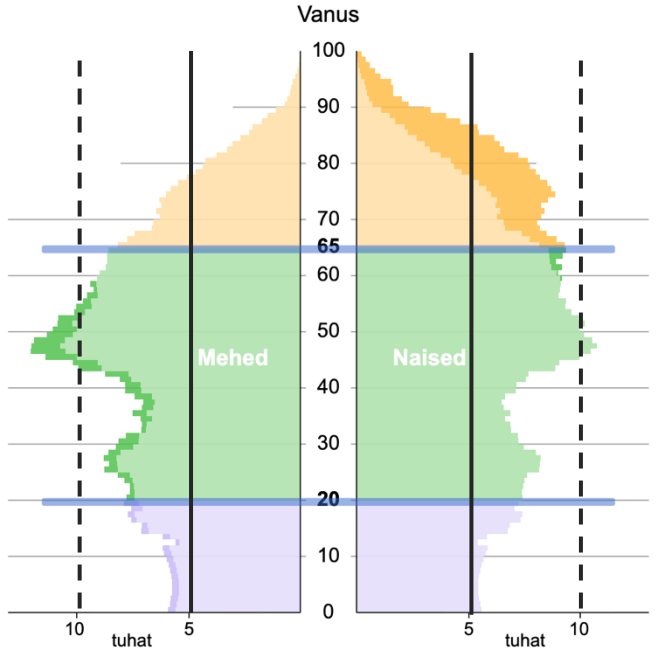
Järgnevatel aastakümnetel rahvastik vananeb ning tööealiste inimeste osakaal väheneb kiiresti

2026



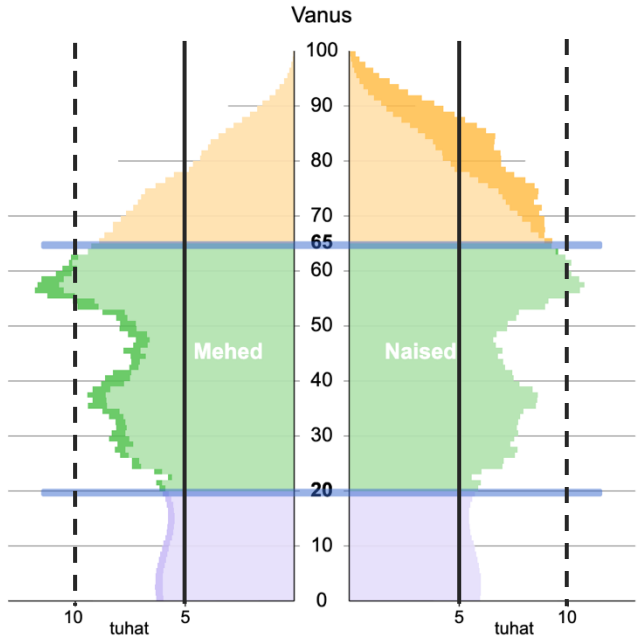
0–19	20–64	65+	Kokku		VSM*
286 060	783 741	290 944	1 360 745		37
21	58	21	100	%	

2036



0–19	20–64	65+	Kokku		VSM*
246 559	778 067	316 305	1 340 931		41
18	58	24	100	%	

2046



0–19	20–64	65+	Kokku		VSM*
234 784	745 679	345 529	1 325 992		46
18	56	26	100	%	

* Näitaja: vähemalt 65 aastasi inimesi iga 100 20-64-aastase kohta

https://www.stat.ee/rahvastikupyramiid

Miks peaks tervishoid muutuma?

- Vananev ühiskond suurendab krooniliste haiguste koormust

Ennetus täiendab ravi ja võib vähendada välditavat haiguskoormust

Edu mõõdik: tervena elatud aastad

4P-meditsiini mudel



Varasem märkamine • täpsem ennetus • parem tervis

Gene Forum, 2026

„Meil on kaks võimalust: kas suurendada arstide arvu või vähendada patsientide arvu“ **Prof. Andres Metsalu**

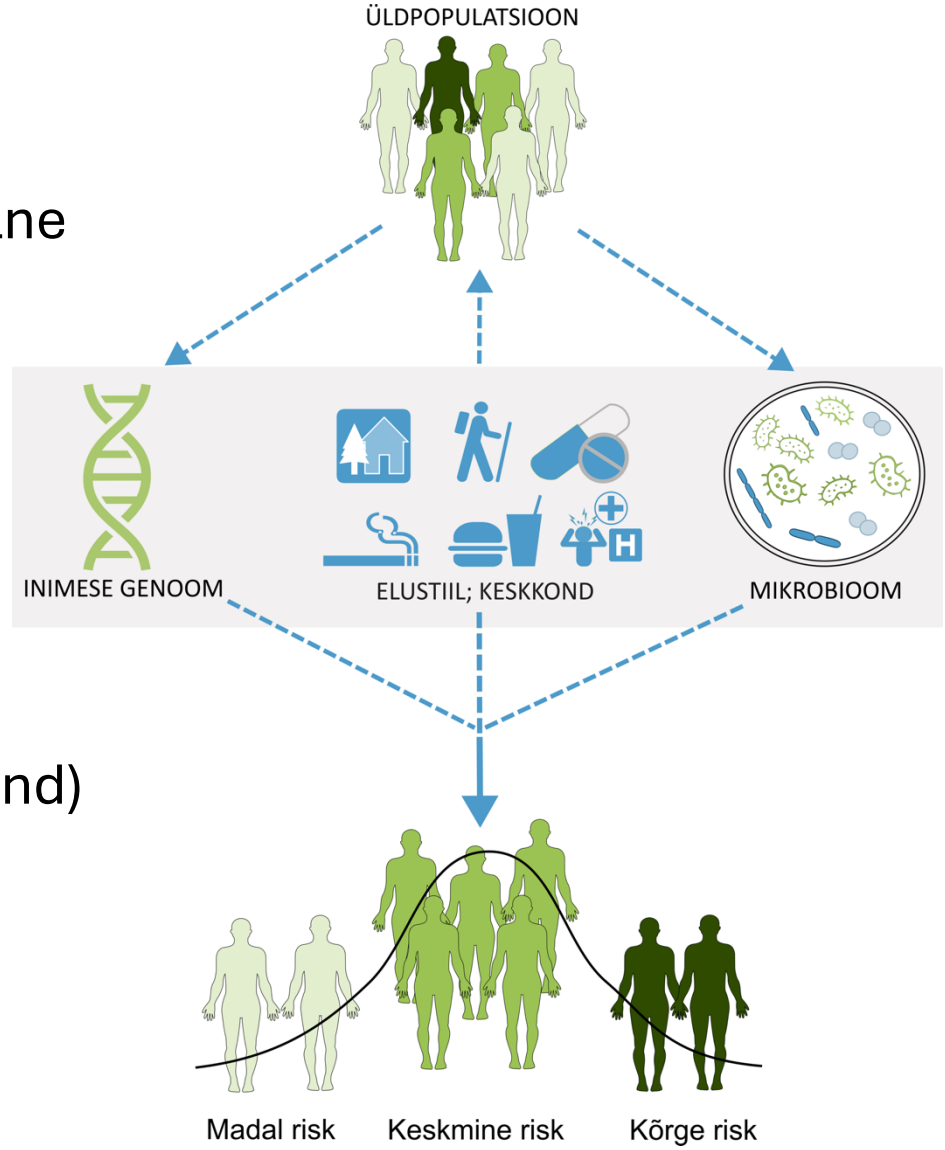
„Tulevikus peaks korra elus mõõtma iga inimese haigusriski“ **Prof. Sir. Peter Donnelly**

Teadmistest personaalse sekkumiseni

- Riski ennustamine → varajane avastamine → personaalne sekkumine (täpsem diagnoos/ravi) → mõju mõõtmine

Geenid on üks osa, mitte kogu tervikpilt

Mida vajame:
- erinevaid andmekihte
(multioomika andmed, e-tervise taristu, elustiil & keskkond)
- pikaajalist jälgimist
- turvalist **andmete ühendamist**



Biopangad maailmas: genoomi – ja terviseandmete ühendamine

nature reviews genetics
https://doi.org/10.1038/s41576-024-00794-y

Review article

Check for updates

Biobanking with genetics shapes precision medicine and global health

C. Scott Gallagher, Geoffrey S. Ginsburg & Anjené Musick

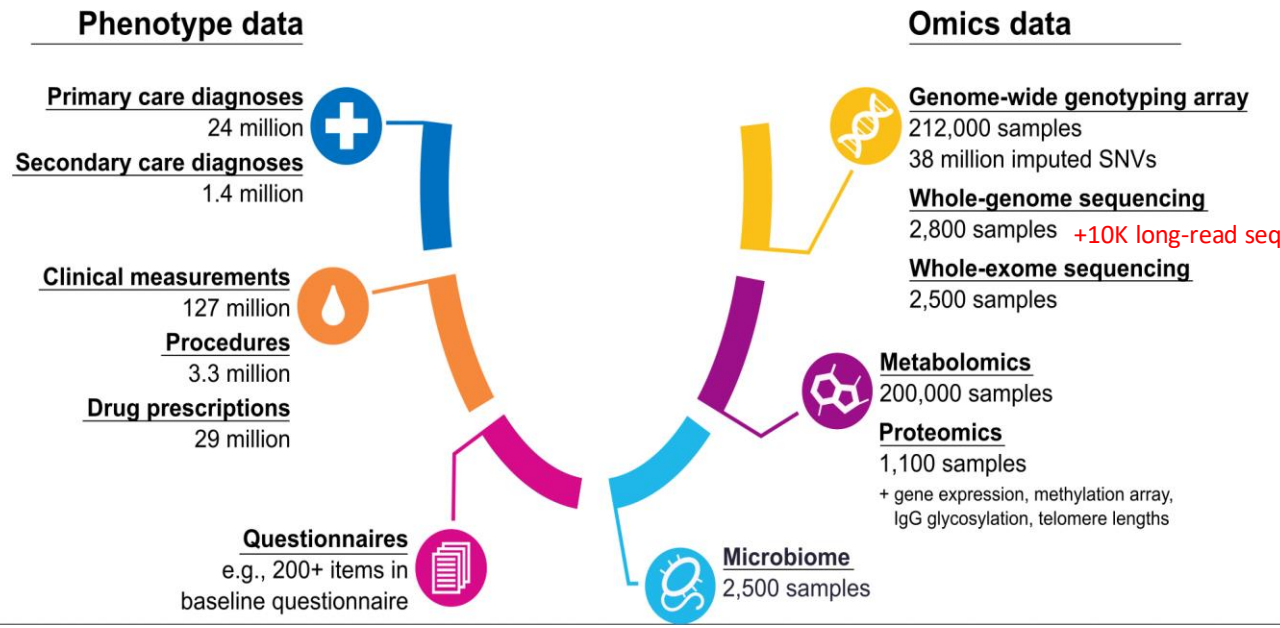


Nature Reviews Genetics, 2025

EESTI GEENIVARAMU

212,000 geenidoonorit

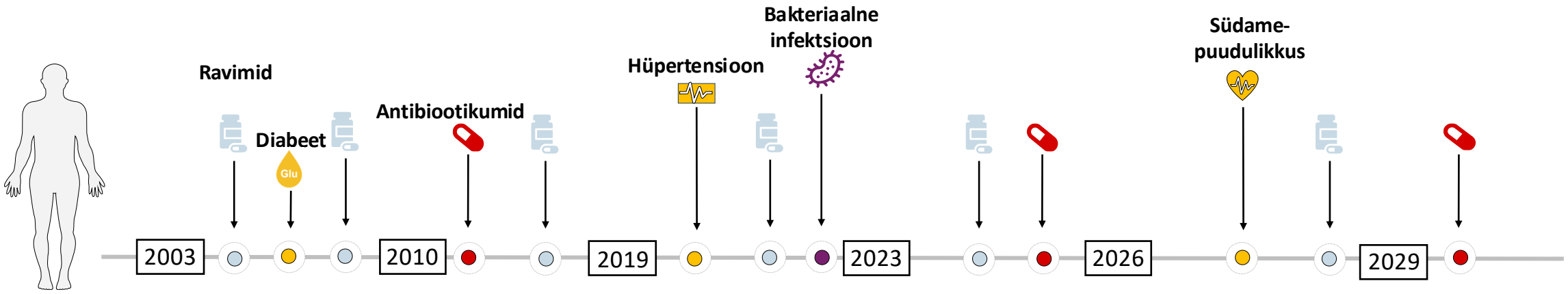
~20% täiskasvanud elanikonnast



Milani *et al*. Nat Communication 2025

Inimese terviselugu ja andmekihid

Pikaajaline jälgimine ühendab diagnoosid, ravimid ja mitmekihilised uuringuandmed



ERINEVAD ANDMEKIHID

Genoomi sekveneerimine
DNA

Geenide ekspressioon
RNA

Proteoomika
Valkude analüüs

Metaboloomika
Ainevahetus

Mikrobioom
Mikroobikooslused

Elustiil ja keskkond
Toitumine · liikumine
uni · vaimne tervis

Eesti geenivaramu: visioonist teenusteni

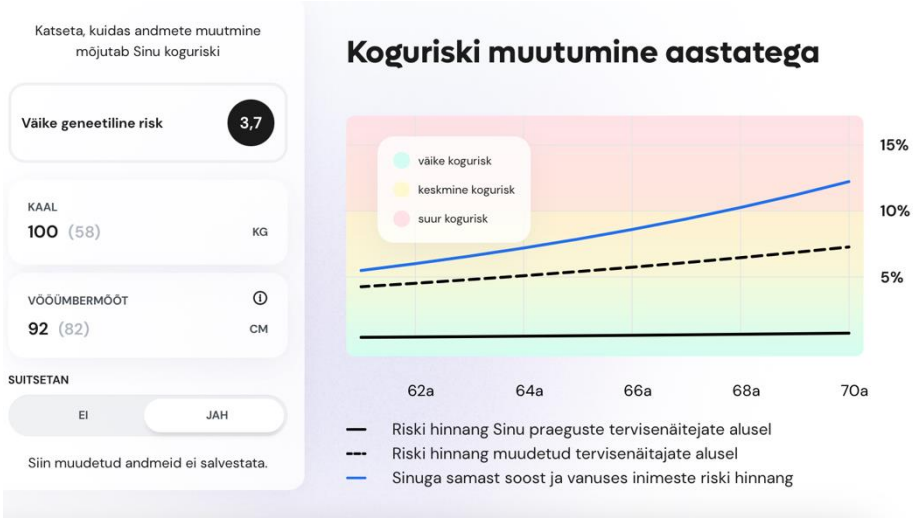
Mis on Eestis tänaseks kasutusel



2024

MinuGeenivaramu

Avatud geenidoonorite portaal: personaalne geeniinfo, haigusriskide ja ravimite sobivuse raportid



2026

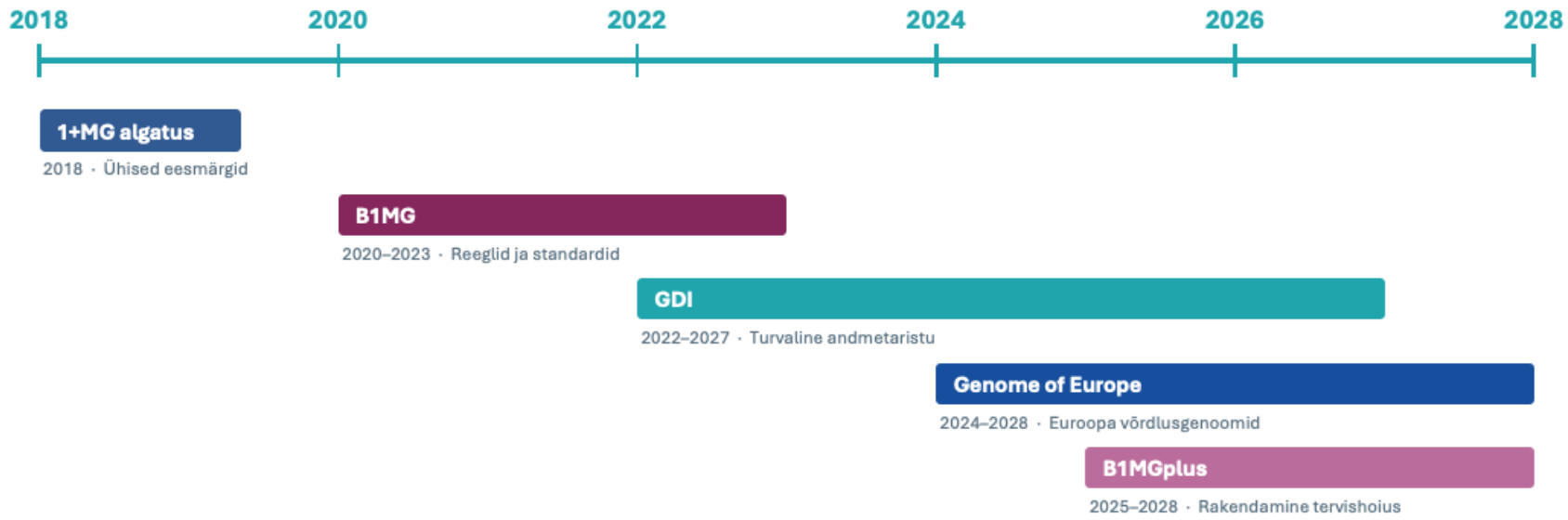
Personaliseeritud sõeluuring

Geneetilisel riskil põhineva üleriigilise rinnavähi sõeluuringu käivitamine 40-aastastele naistele.



Euroopa ühine samm personaalmeditsiini poole: 1+Million Genomes

Koostöö loob suuremad ja mitmekesisemad andmestikud



- **Üle miljoni genoomi** – Euroopa riikide ühine algatus, mille eesmärk on võimaldada turvalist piiriülest juurdepääsu genoomi- ja terviseandmetele
- **Ühine andmetaristu** – riikide andmekogud ühendatakse hajusa võrgustikuna, järgides ühtseid tehnilisi, õiguslikke ja eetilisi põhimõtteid
- **Genoomikast tervishoidu** – andmete kasutamine teadusuuringutes, haiguste ennetamisel, täpsemas diagnostikas ja personaalse ravi arendamisel

European Commission: 1+ Million Genomes | https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/1-million-genomes

Inimese fenotüübi projekt: inimese tervise jälgimine ajas

Süvafenotüpiseerimise ja pikaajaline jälgimine (Human Phenotype Project; HPP)

ANDMETE KOGUMINE

UURINGU ALGUSES

Terviselugu, diagnoosid, ravimid, elustiil

Geneetika / genotüpiseerimine (üks kord)

↓

IGA 2 AASTA JÄREL · UURINGUKESKUSES

Kliinilised mõõtmised, vereproovid, kuvamisuuringud ja bioproovid

OOMIKA: geenidekspressioon (RNA), proteoomika, metaboloomika, immuunprofiilid

↓

IGA 2 AASTA JÄREL · KODUS

Mikrobioom: väljaheite kordusproov

Veresuhkur (CGM): 2 nädalat

Uni (3 ööd); toitumine ja füüsiline aktiivsus

2 nädala jooksul

↓

IGAL AASTAL Tervise- ja elustiiliküsimustikud

Kavandatud jälgimisperiod: 25 aastat

- **Eesmärk:** mõista inimese tervise muutmist ajas, tuvastada haiguste tekkele eelnevaid bioloogilisi muutusi
- **Andmed:** kliinilised, molekulaarsed ja elustiiliandmed
- **Lähenemine:** korduvad mõõtmised kuni 25 aasta jooksul võimaldavad jälgida inimese bioloogilisi muutusi enne haiguste avaldumist
- **Tulemus:** uute biomarkerite avastamine ning haigusriskide ja haiguse kulu ennustusmudelite arendamine
- **Visioon:** tehisintellektil põhinev inimese digitaalne kaksik

Pikaajaline jälgimine ja erinevate andmekihtide ühendamine loovad aluse personaalmeditsiini tulevikule

Segal etc; Nature Medicine (2025)

Kas pikaajalised andmed aitavad haigust varem märgata?

Larry Smarri kogemus: pikaajaline tervisejälgimine ja Crohni tõve diagnoos

2000

Tervisejälgimise algus

Kehakaal, toitumine, liikumine ja tervisenäitajad

2007–2010

Põletiku ohusignaalid

Kõrgenenud CRP ja väljaheite laktoferriin

2011

Crohni tõve diagnoos

Arsti hinnang ja täiendavad uuringud

2011–2016

Mikrobioomi uuringud

Metagenoomika ning korduvad väljaheiteproovid



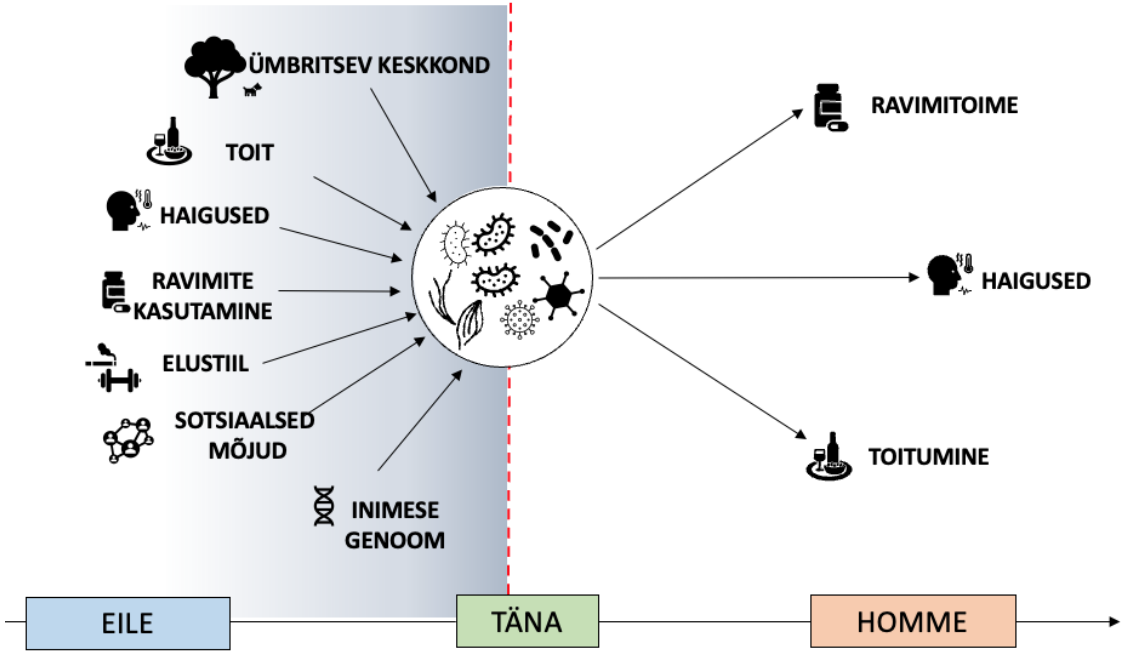
Larry Smarr · UC San Diego

Põletikunäitajad aitasid haigust tuvastada
Mikrobioomi andmed aitasid hiljem selle bioloogiat uurida

Smarr, Biotechnology Journal (2012); mSystems (2019); Cohen (2012)

Mikrobioom personaalmeditsiinis

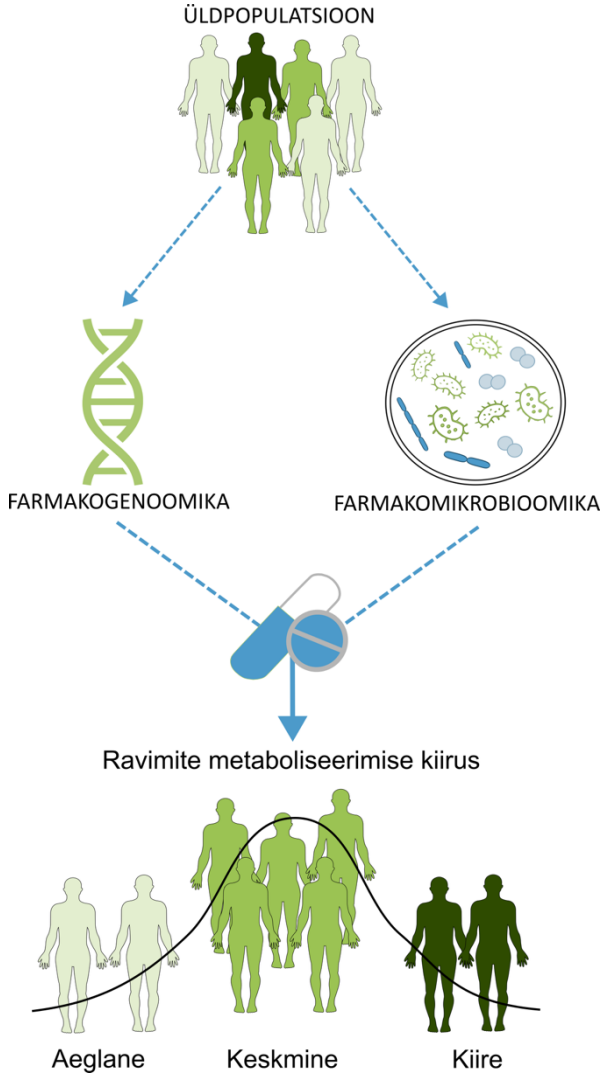
Muutuv ökosüsteem, mis mõjutab meie tervist



- Mikrobioom on individuaalne ja ajas muutuv
- Inimese genoom 99% sarnane; mikrobioom >90% varieeruv

Farmakomikrobioomika

Kas mikrobioomi andmete kaasamine aitaks muuta ravimivastust personaalsemaks?



Kas personaalsed toitumissoovitused parandavad tervist?

Sama toit, erinev ainevahetus → ennustusmudelitest mõõdetava kasuni

2015 Zeevi jt – Iisraeli uuring

Cell · 800 osalejat · 46 898 toidukorda

- Sama toit põhjustas väga erinevaid veresuhkrureaktsioone
- Mikrobioomi ja terviseandmed võimaldasid vastust ennustada

2020 PREDICT 1

Nature Medicine · 1002 osalejat

- Erinesid nii glükoosi-, insuliini- kui ka triglütseriidivastused
- Mikrobioom seostus eriti rasvavastusega

2024 · ZOE METHOD

Nature Medicine · randomiseeritud uuring

347 osalejat | 18 nädalat | 2 rühma

Personaalsed soovitused tuginesid toiduvastusele, mikrobioomile ja terviseandmetele

–0,13 mmol/l triglütseriidide muutuse erinevus võrreldes kontrollrühmaga

Paranesid ka kehakaal, vööümbermõõt, HbA1c ja toitumiskvaliteet

TULEVIKUVISIOON

Toit võib kujuneda personaalseks, mõõdetava mõjuga tervisesekkumiseks

Toit → personaalne soovitus → sihitud tervisemõju → mõõdetav tulemus

Toidutootjad + teadlased + terviseandmed + biomarkerid = uued tõenduspõhised terviselahendused

Zeevi jt, Cell (2015) · Berry jt, Nature Medicine (2020) · ZOE METHOD, Nature Medicine (2024).

Varasemalt kogutud proovide väärtus haiguste ennetuses

Bioloogiliste proovide väärtus ei piirdu nende algse kasutuseesmärgiga

BELGIA · NIPT-andmete teisene analüüs

88 294 NIPT-uuringut

15 vähile viitavat cfDNA profiili

11 kinnitatud vähidiagnoosi

Rasedusaegse sünnieelse sõeluuringu andmetest leiti hiljem vähile viitavaid signaale

NORRA · FIT-proovide jääkmaterjal ja mikrobioom

1 034

FIT-positiivse sõeluuringus osaleja proove analüüsiti metagenoomika abil

Mikrobioomi andmed parandasid mõnede vähieelsete muutuste tuvastamist; kliiniline kasutus vajab täiendavat valideerimist

Lenaerts jt, eClinicalMedicine (2021) · Birkeland jt, Nature Communications (2026). Proovide hilisem kasutus sõltub kogumis- ja säilitustingimustest ning õiguslikust alusest.

Varasemalt kogutud proovide väärtus haiguste ennetuses

Bioloogiliste proovide väärtus ei piirdu nende algse kasutuseesmärgiga

BELGIA · NIPT-andmete teisene analüüs

88 294 NIPT-uuringut

15 vähile viitavat cfDNA profiili

11 kinnitatud vähidiagnoosi

Rasedusaegse sünnieelse sõeluuringu andmetest leiti hiljem vähile viitavaid signaale

NORRA · FIT-proovide jääkmaterjal ja mikrobioom

1 034

FIT-positiivse sõeluuringus osaleja proove analüüsiti metagenoomika abil

Mikrobioomi andmed parandasid mõnede vähieelsete muutuste tuvastamist; kliiniline kasutus vajab täiendavat valideerimist

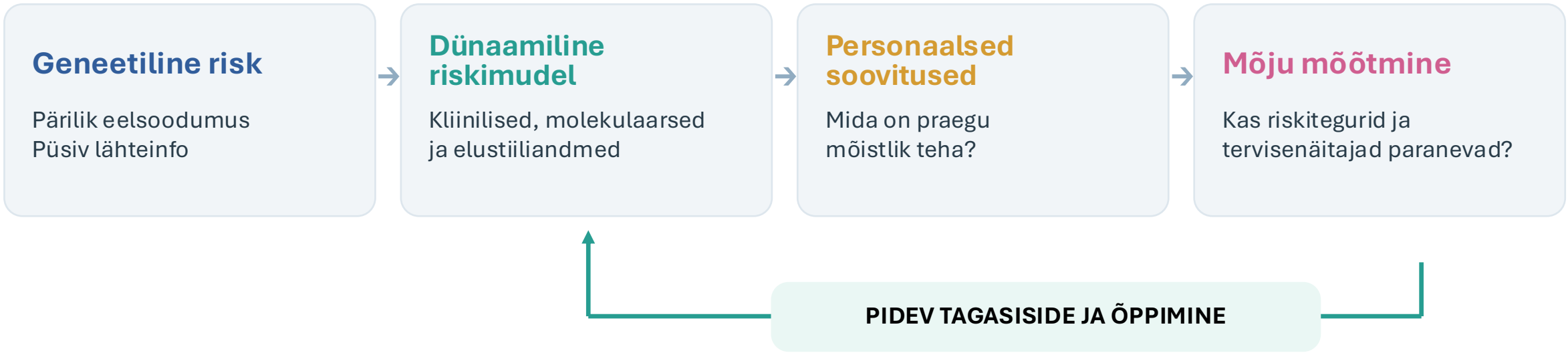
Täna kogutud proov võib aastate pärast anda vastuse küsimustele, mida me täna veel küsidagi ei oska

Uued biomarkerid, analüüsimeetodid ja pikaajalised terviseandmed loovad proovidele uusi kasutusvõimalusi

Lenaerts jt, eClinicalMedicine (2021) · Birkeland jt, Nature Communications (2026)

Personaalmeditsiini järgmine samm: riskihinnangust pideva tervisejuhtimiseni

Riskimudel → personaalsed soovitused → mõju mõõtmine → ajakohastatud riskihinnang



Uued mõõtmised ja tervisetulemused ajakohastavad riskimudelit ja soovitusi

Personaalmeditsiini väärtus sünnib siis, kui teadmised muudavad otsuseid ja tervisetulemusi