美国临床医疗大数据分析简介
Healthcare Analytics using EHR in US

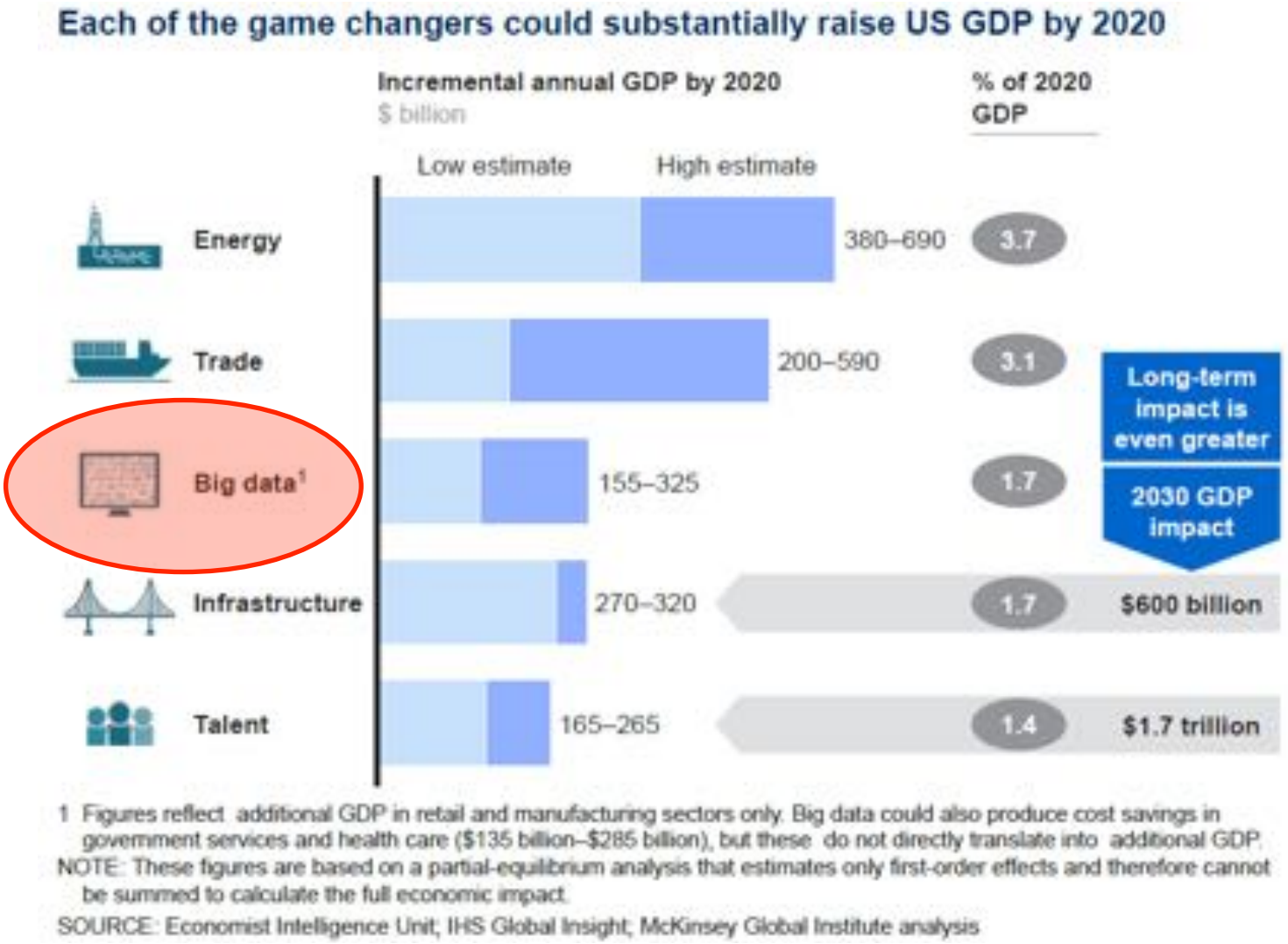
徐华
德州大学休斯顿生物医学信息学院
School of Biomedical Informatics, UTHealth

纲要

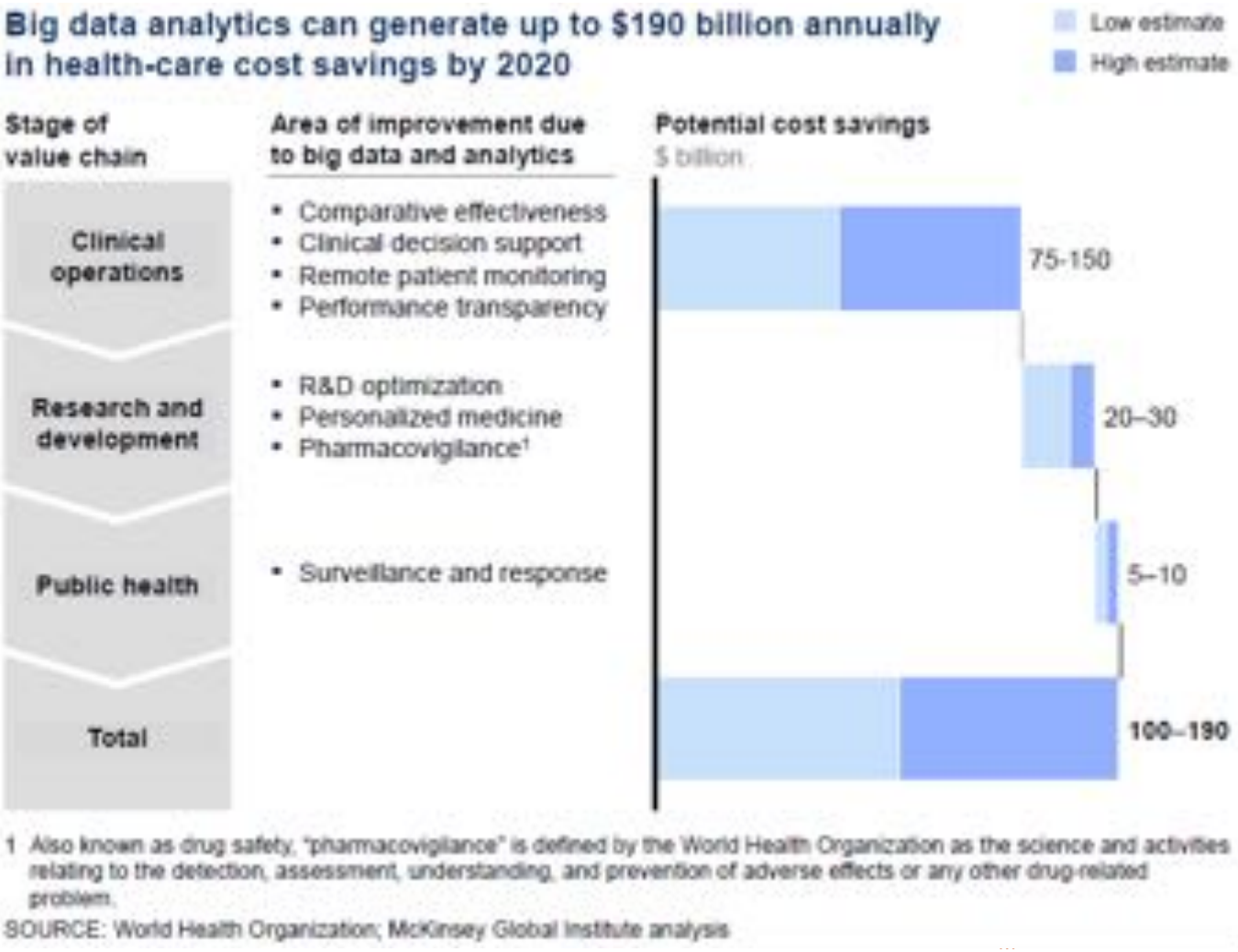
- 美国医疗大数据现状介绍
  - 医疗大数据背景介绍
  - 谁在促进医疗大数据产业
  - 临床医疗大数据分析的主要技术
- 美国医疗大数据公司介绍
- 促进中国临床医疗大数据分析—OHDSI中国介绍

医疗大数据背景介绍

影响美国GDP的五大因素



医疗大数据分析应用领域



医疗大数据的组成部分

Exhibit 2: Primary data pools are at the heart of the big-data revolution in healthcare.

临床数据的二次利用

Activity (claim

- Owners: pay
- Example dat
  of care, cost

ectronic
ical images

Pharmaceutical R&D data

- Owner: pharmaceutical companies, academia
- Example data sets: clinical trials, high-throughput-screening libraries

Patient behavior and sentiment data

- Owners: consumers and stakeholders outside healthcare (eg, retail, apparel)
- Example data sets: patient behaviors and preferences, retail purchase history, exercise data captured in running shoes

Source: McKinsey Global Institute analysis

相关报告

Center for US Health System Reform
Business Technology Office

The 'big data' revolution in healthcare

Accelerating value and innovation

McKinsey&Company

Artificial Intelligence for Health and Health Care

December 2017

JSR-17-Task-002

JASON
The MITRE Corporation

谁在促进医疗大数据产业？

政府 —机构和法案

- 美国复苏与再投资法案/American Recovery and Reinvestment Act (ARRA) 2009
  - 经济与临床健康信息技术法案 / Health Information Technology for Economic and Clinical Health Act (HITECH)
- 患者保护与平价医疗法案

  Patient Protection and Affordable Care Act of 2010
- 国家HIT协调员办公室
  Office of the National Coordinator for Health IT(ONC）
- 美国医疗保健研究与质量局
  Agency for Healthcare Research and Quality (AHRQ)
- 联邦医疗保险和联邦医疗辅助计划服务中心
  Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS)

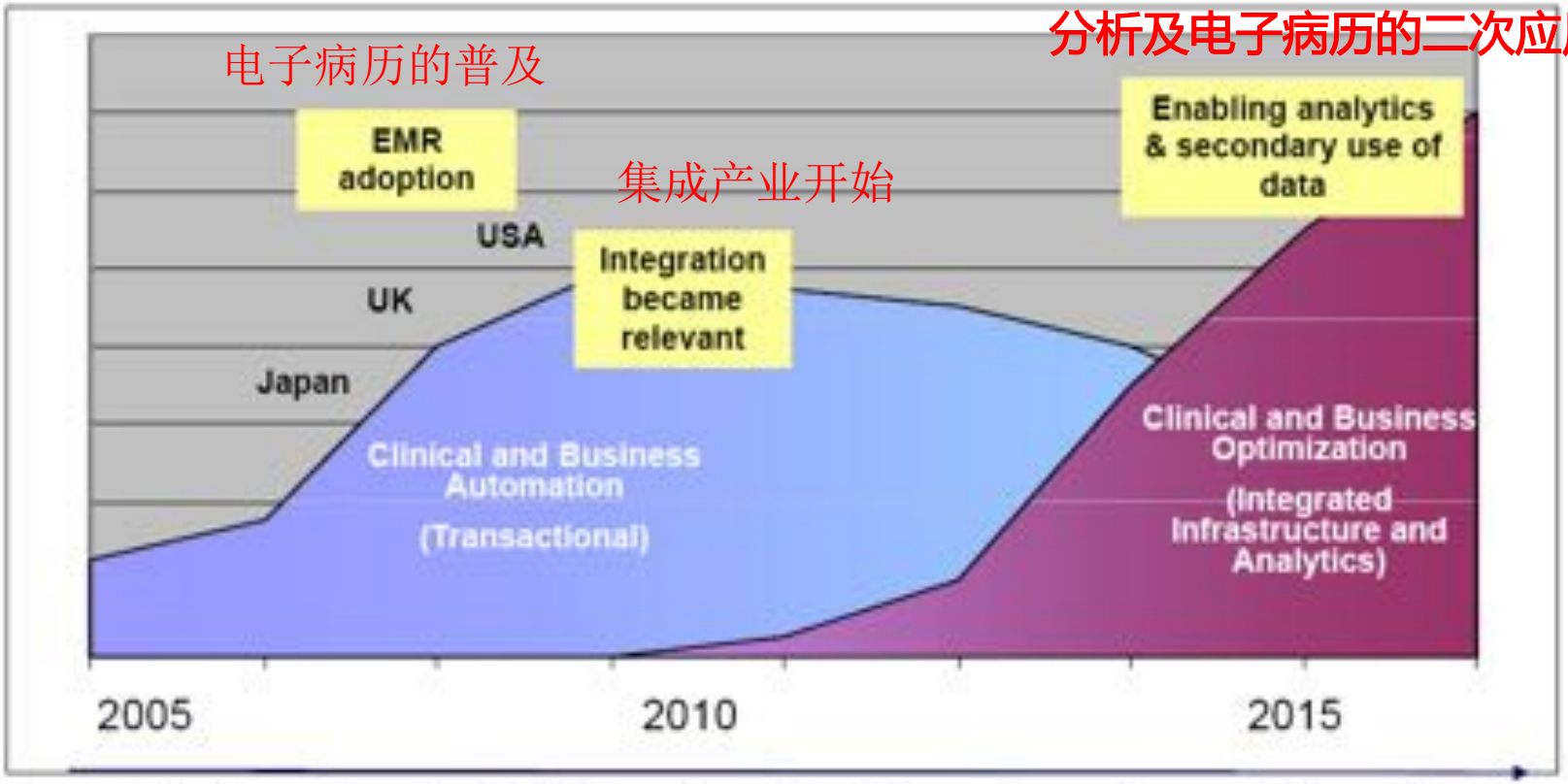
Centers for Medicare and Medicaid Services (CMS)

- 有效利用电子病历法案 — “Meaningful Use” incentive program by CMS —Utilizing EHRs to improve health outcomes，three Stages
  - Stage 1 – data capture and sharing
  - Stage 2 – advanced clinical processes
  - Stage 3 - improved outcome
- 基于医疗价值的报销模式— Value-based program by CMS
  - Transfer from Fee-For-Service payment models (quantity) to Value-Based Reimbursement models (quality)
  - Better care for individuals and populations, with lower cost
  - Example：Readmission rates （再次住院率）
  - 30% percent of VBR by 2016; 50% percent of VBR by 2018

Healthdata.gov

- 向研究机构，开发者和研究者开放对联邦数据库的访问权限
- 全国住院病人数据库— National Inpatient Sample (NIS)
  - 所有美国住院病人抽样
  - 700万人次 / 年
  - 大于20年数据
  - 获取要求： 15分钟网络课程 + DUA
  - 费用： $50-350/year

工业界 - 分析服务是行业发展趋势



"CDOs have already made substantial investments in information systems. Although investment in clinical systems will continue, it is essential for CDOs to work on optimizing the value from them"

Top 10 Actions for U.S. Healthcare CIOs to Conquer – Complexity and Achieve IT Impact, 2007. By: Vi Shaffer, Wes Rishel, Jonathan Edwards, Thomas J. Handler, M.D., Barry R. Hieb, M.D., John-David Lovelock, Barry Runyon

美国十大医疗数据分析公司

- IBM
- Optum
- Oracle
- Verisk Analytics
- MEDai's Health
- MedeAnalytics
- McKesson
- Truven Health Analytics
- Allscripts Healthcare Solutions
- Cerner

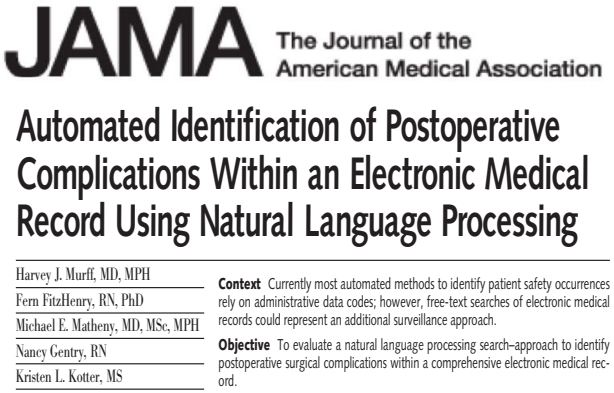
可以购买的商业化医疗数据集

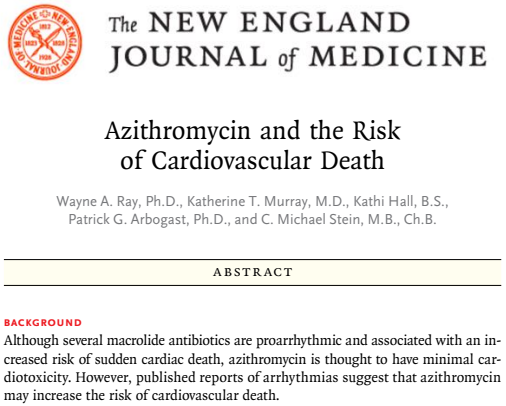
- 大规模商业化医疗数据集
  - OPTUM (3800万病人, 从2005年开始)
  - Humedica (2500万病人，2008-2013)
  - Cerner Health Facts（5000万病人，从2000年开始）
  - Truven MarketScan Commercial Claims and Encounters (CCAE)（1亿1700万病人, 从2000年开始）
- 去除敏感信息，根据隐私保护法案HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act)
  - 18 PHI：姓名，地址、城市、区、邮编等（所有省级以下），日期，电话，传真，电子邮箱， 社会安全号，病历号，医疗保险号，账号，证书号，车牌号，仪器编号，网址， IP地址，生物识别（指纹／声音），脸部照片，其它唯一识别号

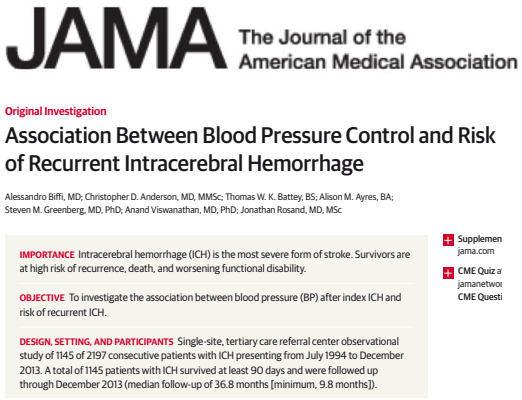
学术界 — 大量的科研经费

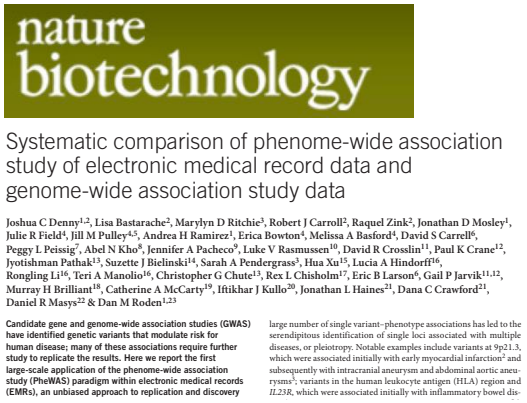
- 电子病历和基因组学研究， eMERGE – electronic medical records and genomics
  - 2007开始至今9年
  - 大于3亿美元的投入
- 精准医疗计划， Precision Medicine Initiative
  - 2016年开始
  - 4-6亿美元投入
- 全美临床数据网络，PCORNet
  - 2013年开始
  - 大于2亿美元投入
  - 超过1亿人口的临床数据
- OHDSI – The Observational Health Data Sciences and Informatics
  - >20 国家
  - >6.6亿人口数据

重量级文章关于临床电子病历数据的二次利用
Significant papers about secondary use of EHRs



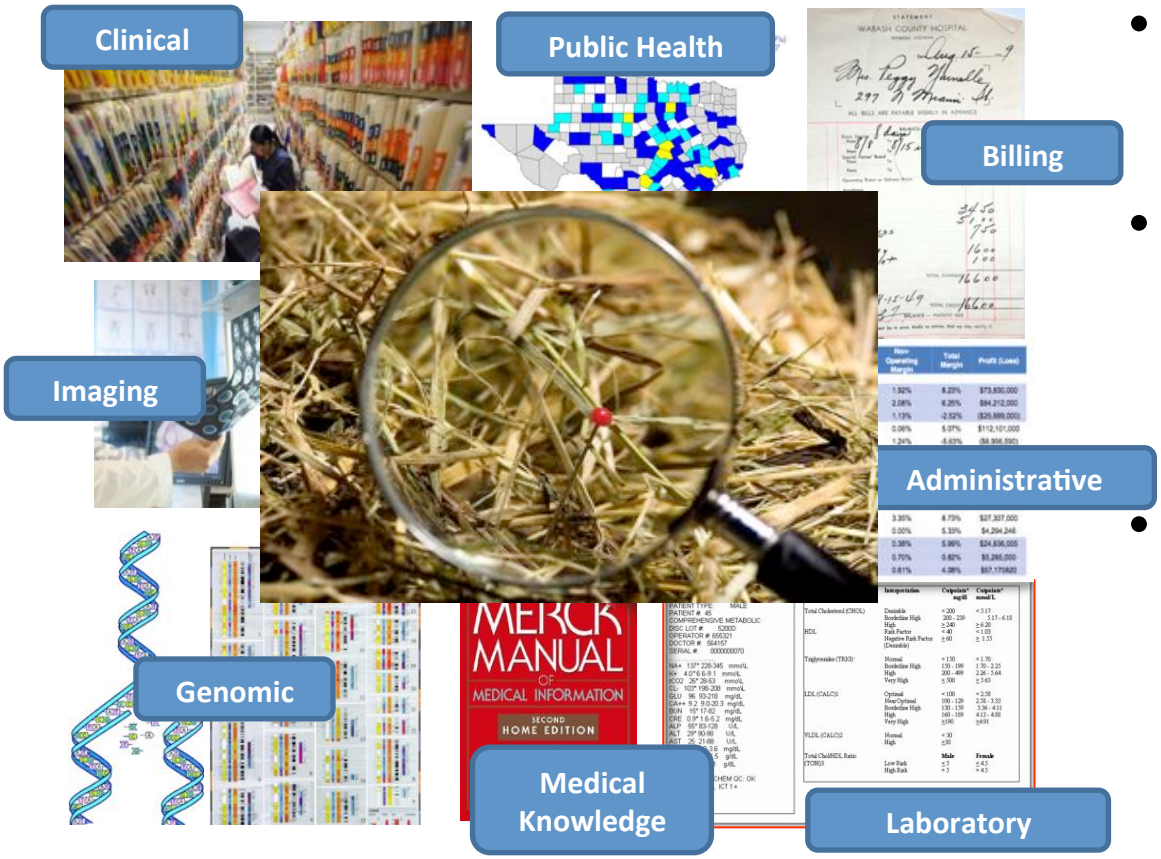






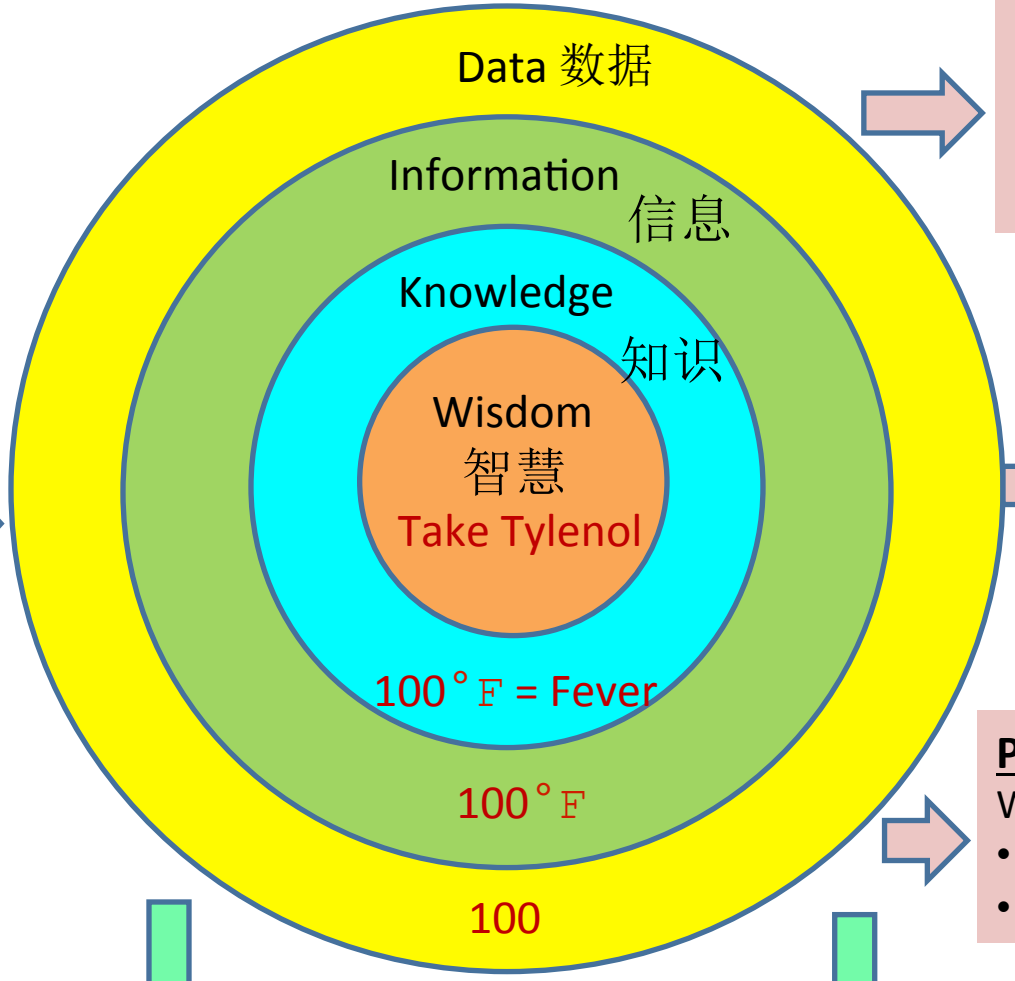
临床医疗大数据分析的主要技术

临床医疗数据分析的挑战
Challenges of EHR Analytics



- 不是为数据分析设计的
  Not designed for research/analytics
- 数据问题：复杂，异构，缺失，互相矛盾…
  EHR data: Complex, Heterogeneous, Incomplete, Discrepancy
- 知识域广
  Require expertise in multiple disciplines such as medicine, biostatistics, epidemiology, and informatics

数据 —》信息 —》知识 —》智慧



Acquisition

Storage

Processing

Integration

Retrieval

Display

Descriptive:（表述）
What happened?
- Disease categories
- Adverse events

Predictive: (预测)
What might happen?
- High-risk patients
- Genetic risks

Prescriptive:（指令）
What should we do?
- Minimize readmissions
- Personalized therapeutics

Biomedical Discovery
生物医学研究

Healthcare Delivery
医疗实施

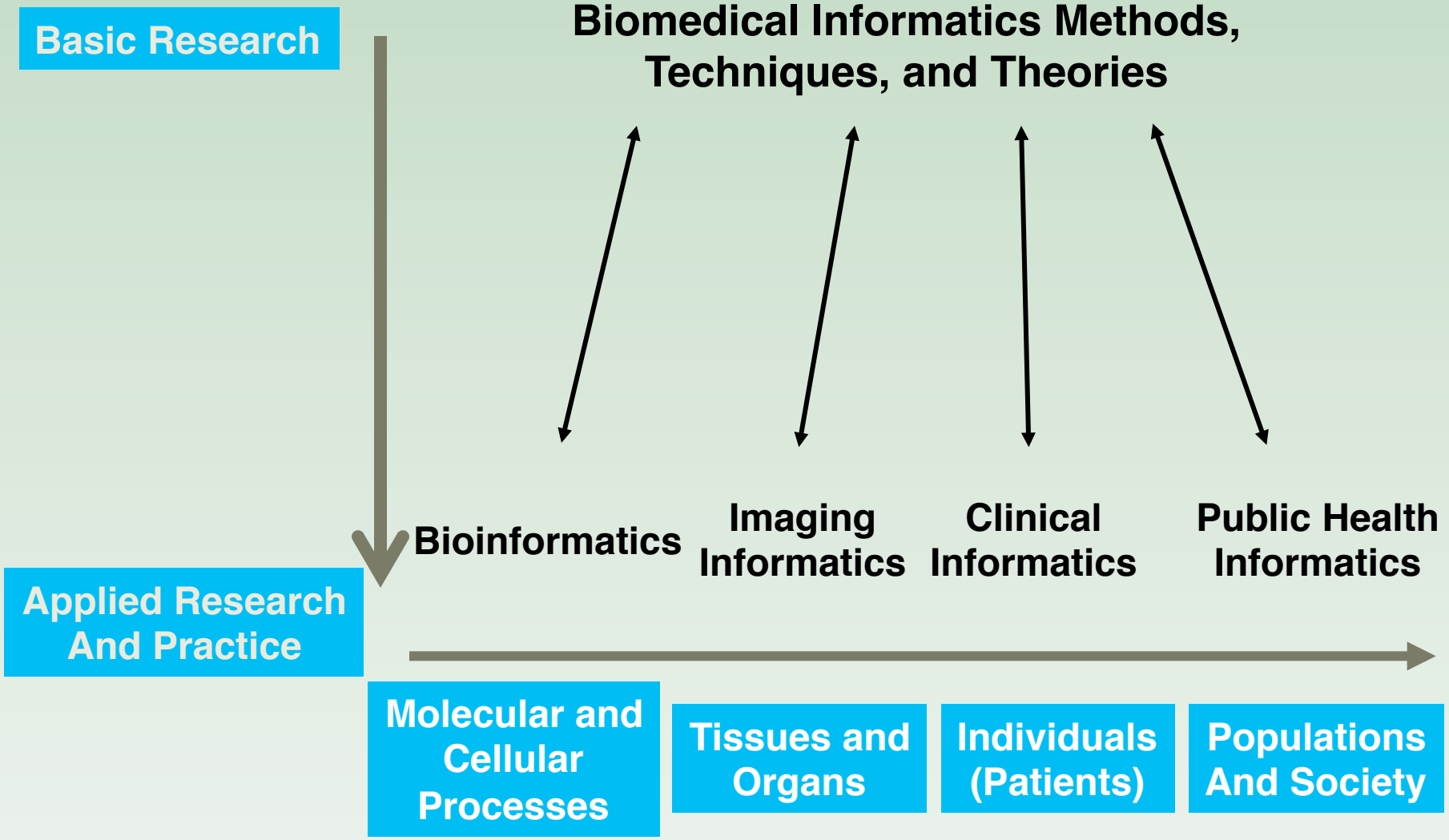
Health Prevention
疾病预防

School of Biomedical Informatics

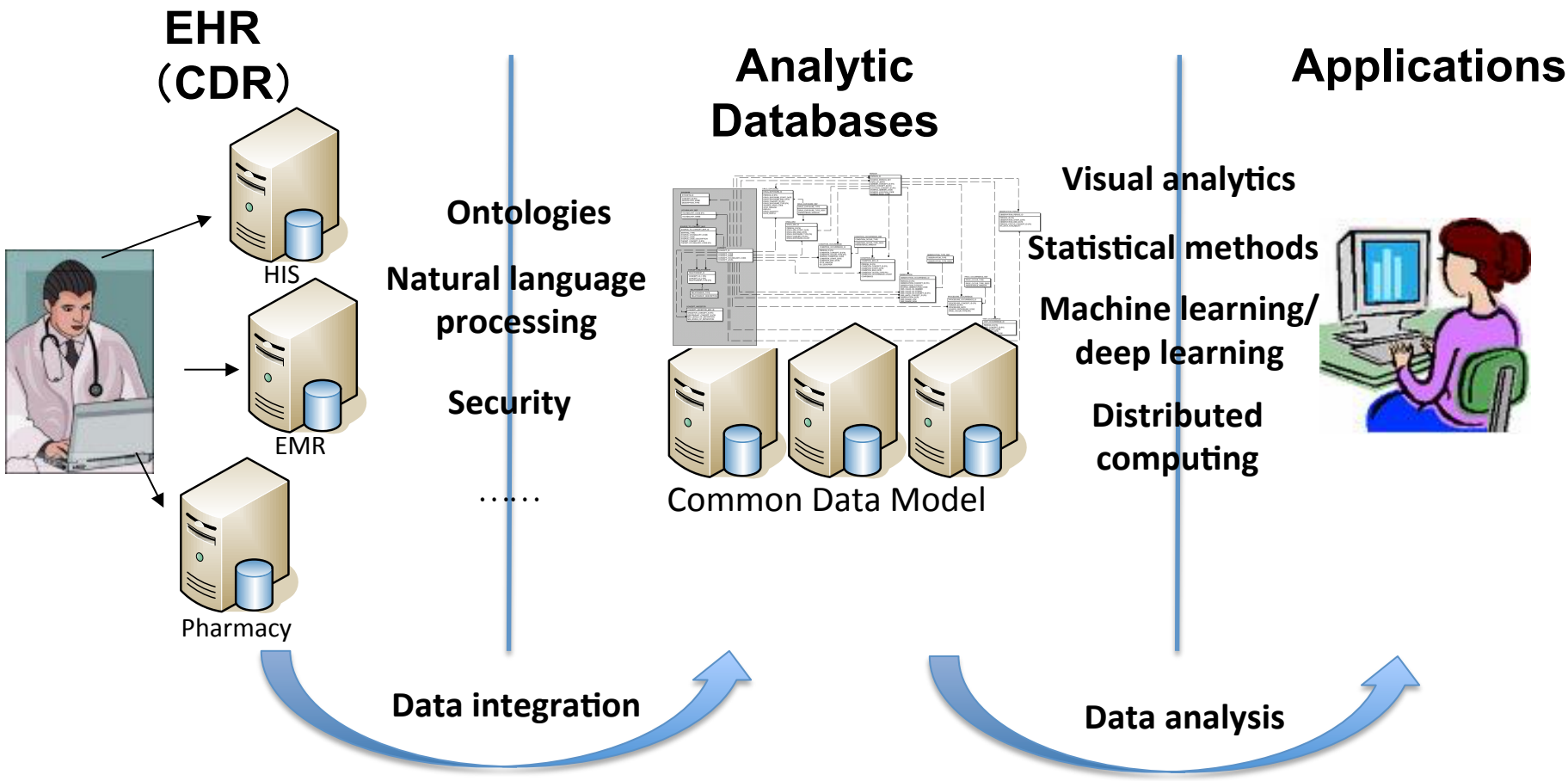
生物医学信息学
Biomedical Informatics

Biomedical informatics **(BMI) is the interdisciplinary field that studies and pursues the effective uses of biomedical data, information, and knowledge for scientific inquiry, problem solving, and decision making, motivated by efforts to improve human health.**

Biomedical Informatics in Perspective
生物医学信息学分类



基于生物医学信息学的临床数据分析技术
Biomedical informatics technologies used for EHR analytics



美国临床医疗大数据公司

Cerner

- 美国最大电子病历系统供应商
  - 2017 营收 ～$5.1 B
  - 员工～24，000
- 营收以服务为主

2017 Revenue	$	%
System sales	1,355,172,000	26%
Support and maintenance	1,046,656,000	21%
Services	2,638,981,000	51%
Reimbursed travel	101,463,000	2%
Total	5,142,272,000	100%

- HealthIntent平台（population health management）

OPTUM | A HEALTH SERVICES AND INNOVATION COMPANY

- Optum是一家为广泛的医疗保健市场提供服务的公司，其中包括：
  - 需要照顾的人：病人 - 需要正确支持，消息，资源和产品以实现其健康目标的消费者。
  - 提供护理服务的机构：药店，医院，医生，医疗从业者和其他医疗保健机构，希望实现卫生系统的现代化，并支持最佳的病人护理和体验。
  - 为护理付费的机构：雇主，保险，州政府，联邦政府和市政机构能够得到高质量的护理，有效且高效地进行管理和交付。
  - 为护理创新的机构：药厂或是生命科学研究机构 - 致力于开发更有效的护理方法，实现改善护理服务和健康结果的技术和药物。

OPTUM | A HEALTH SERVICES AND INNOVATION COMPANY

- Optum利用数据和分析，药房护理服务，人口健康，医疗保健服务和医疗保健服务等独特功能开展三个业务部门的业务：
  - OptumHealth 专注于护理提供，护理管理，健康和消费者参与以及健康金融服务;
  - OptumInsight 专注于数据和分析以及其他医疗保健信息技术服务，并提供运营服务和支持
  - OptumRx 提供药房护理服务。
- 母公司为上市公司United Health Group (全球财富500强位列第6)

- 深度人群健康分析
- 面向糖尿病人群的医生导向服务
  - 减少10%急诊的访问量
- Optum 行为健康服务
  - 3400万人受益

- 业界领先的健康数据储备:
  - 1.8亿保险索赔数据（claims）
  - 8500万临床数据（clinical data）
- 帮助客户进行预测分析（predictive analytics）
  - 13.8万供应商依靠Optum One的预测分析
  - 美国前25的健康方案（Health plans）中20个采用Optum的分析结果
  - 30家科研合作机构与OptumLabs合作

- OptumRx通过其超过67,000家零售药店，多个送货上门和专业药房以及提供家庭输液服务的网络，向美国超过6500万人提供全方位的药房护理服务。
- OptumRx综合全面的药房护理服务方法集成了人口统计学，医学，实验，制药和其他临床数据，并将分析应用于推动临床护理洞察，以支持护理治疗和合规性，通过增强服务，提高临床质量使客户和个人受益。
- 每个成员每月 (Per Member Per Month)；节省11-16美金

IBM Watson Health

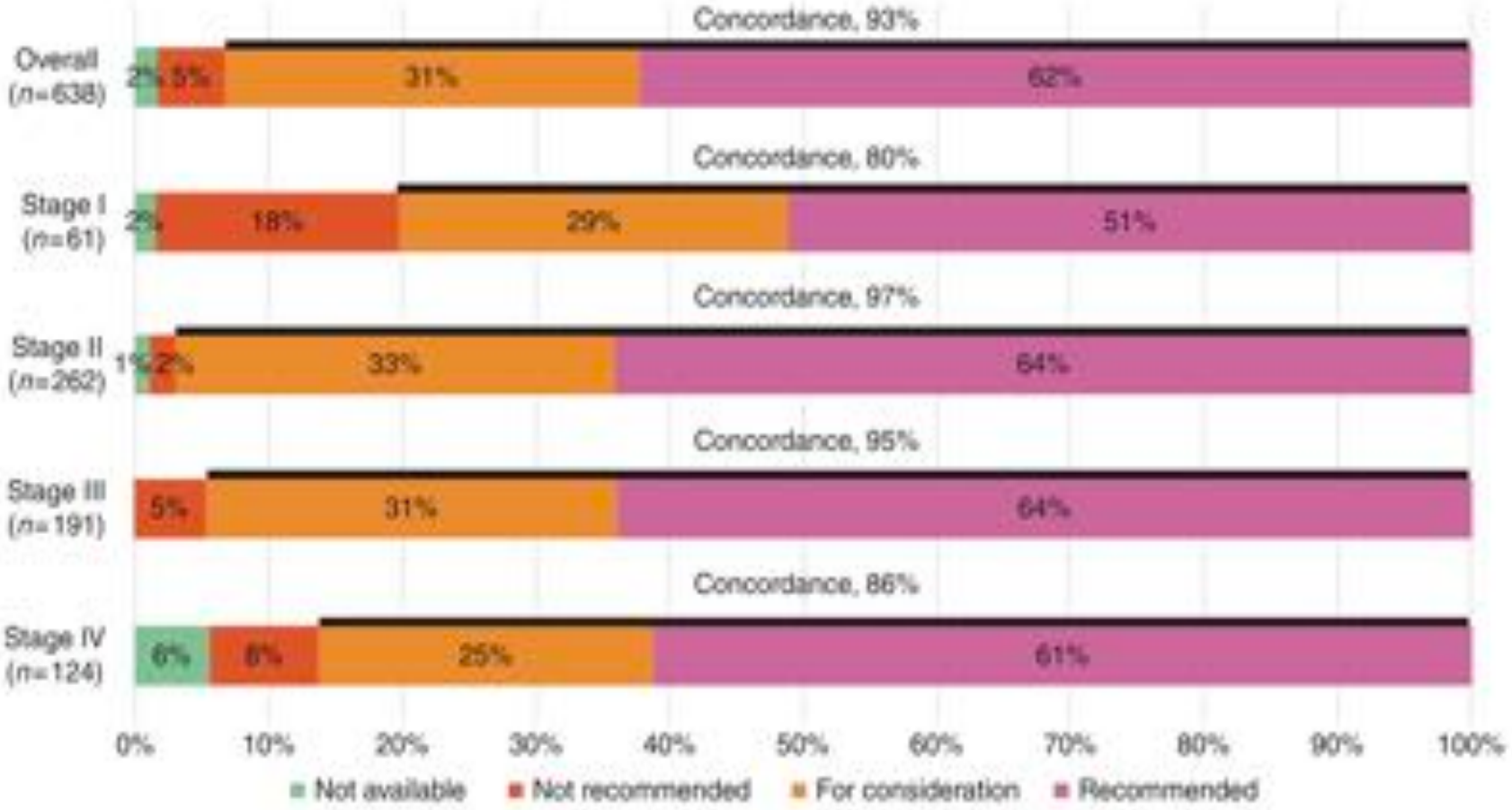


Figure 1. Treatment concordance between WFO and the MMDT overall and by stage. MMDT, Manipal multidisciplinary tumor board; WFO, Watson for Oncology.

Flatiron Health

- 肿瘤大数据和技术平台
  - For community oncology (OncoCloud)
  - For life sciences
  - For academics and hospitals
- 融资、经营情况
  - 2013 , $8M, Google Ventures
  - 2014, $130M, Google Ventures
  - 2016, $175M, Roche
  - 2018, $1.9B, Acquired by Roche
- 成功原因
  - 高质量数据（FDA）
  - 肿瘤医生网络

More Health

- 远程医疗公司 – Telemedicine
  - 中美顶级专家联合远程会诊
  - 独立第二诊疗意见
  - 合法提供最先进特效药
  - 赴美医疗绿色通道
- 融资、经营情况
  - 2012, 自筹
  - 2015, $3M, New Enterprise Associates
  - 2018, 收支平衡
- 成功原因
  - 技术
  - 医疗资源
  - 政策法规

Pieces Technologies Inc.

- 位于达拉斯的医疗人工智能公司
  - Hospital systems and health plans
  - Social service providers
  - 50人左右
- 融资、经营情况
  - 2016, $21.6M, Jump Capital等6家
  - 2018, 寻求B轮
- 特色
  - 本地医疗资源
  - 针对性产品

促进中国临床医疗大数据分析
OHDSI中国介绍

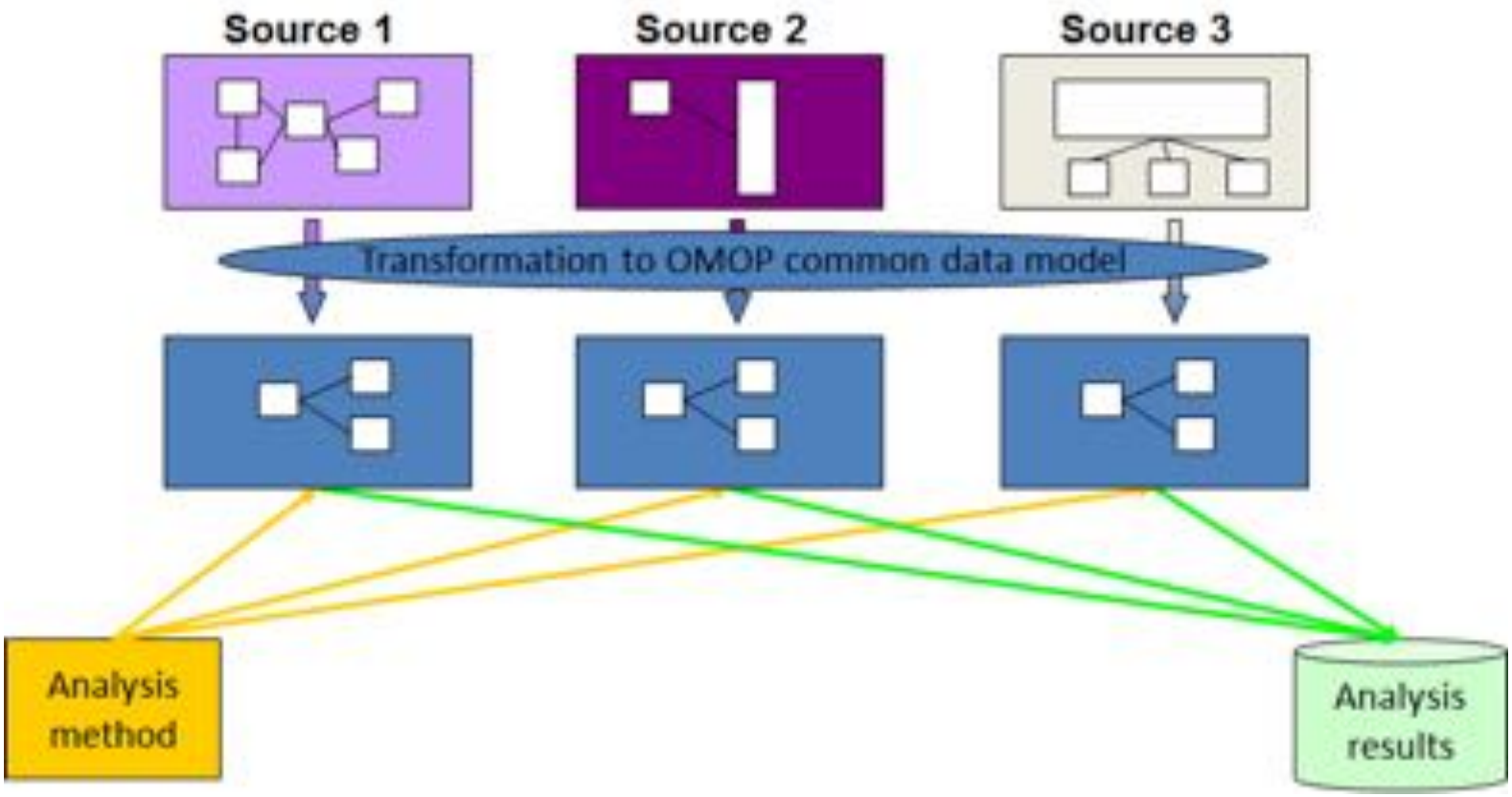
UTHealth | School of Biomedical Informatics
The University of Texas
Health Science Center at Houston

开放性临床数据联盟 — OHDSI

- **The Observational Health Data Sciences and Informatics (OHDSI)** program is a multi-stakeholder, interdisciplinary collaborative to create open-source solutions that bring out the value of observational health data through large-scale analytics
- OHDSI has established an international network of researchers and observational health databases with a central coordinating center housed at Columbia University

http://ohdsi.org

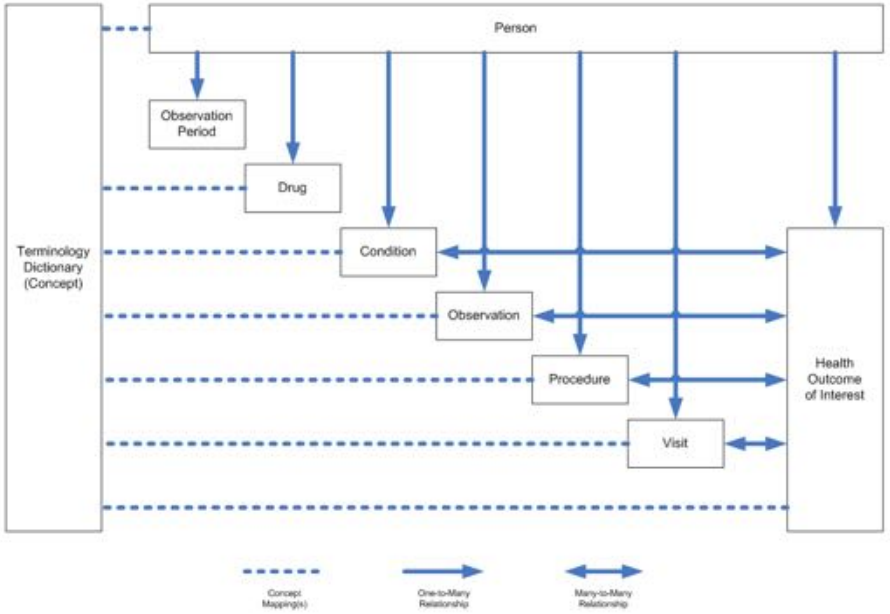
分享数据统计结果（不是原始数据）



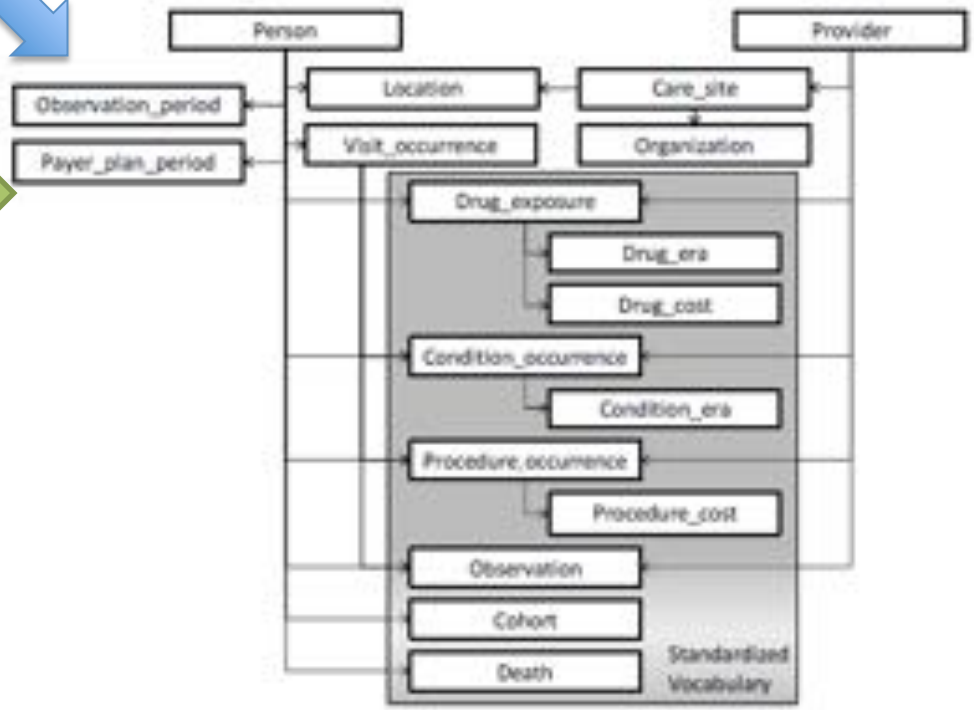
OMOP数据模型经历了多次改编，现有版本5.0
The journey of the OMOP Common data model

OMOP CDM now Version 5, following multiple iterations of implementation, testing, modifications, and expansion based on the experiences of the community who bring on a growing landscape of research use cases.

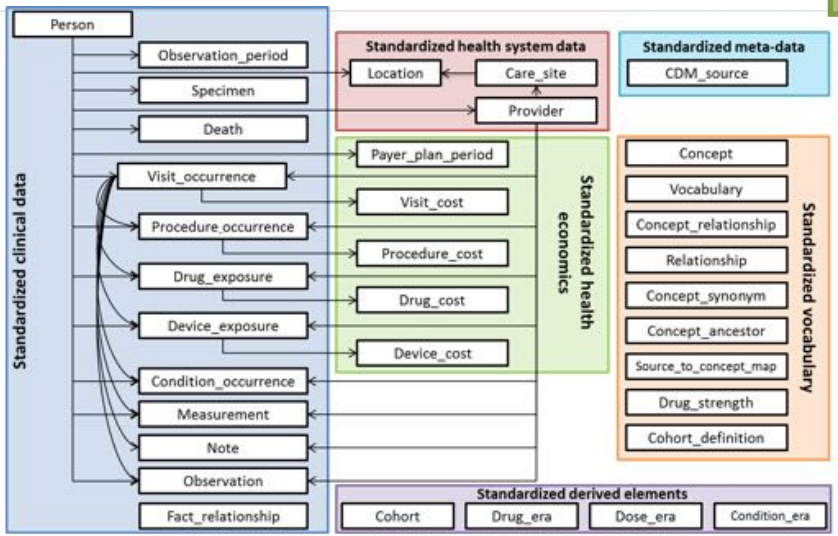
OMOP CDMv2



OMOP CDMv4



OMOP CDMv5



The University of Texas
Health Science Center at Houston

OHDSI网络
OHDSI community in action

OHDSI Collaborators:

- >140 researchers in academia, industry, government, health systems
- >20 countries
- Multi-disciplinary expertise: epidemiology, statistics, medical informatics, computer science, machine learning, clinical sciences

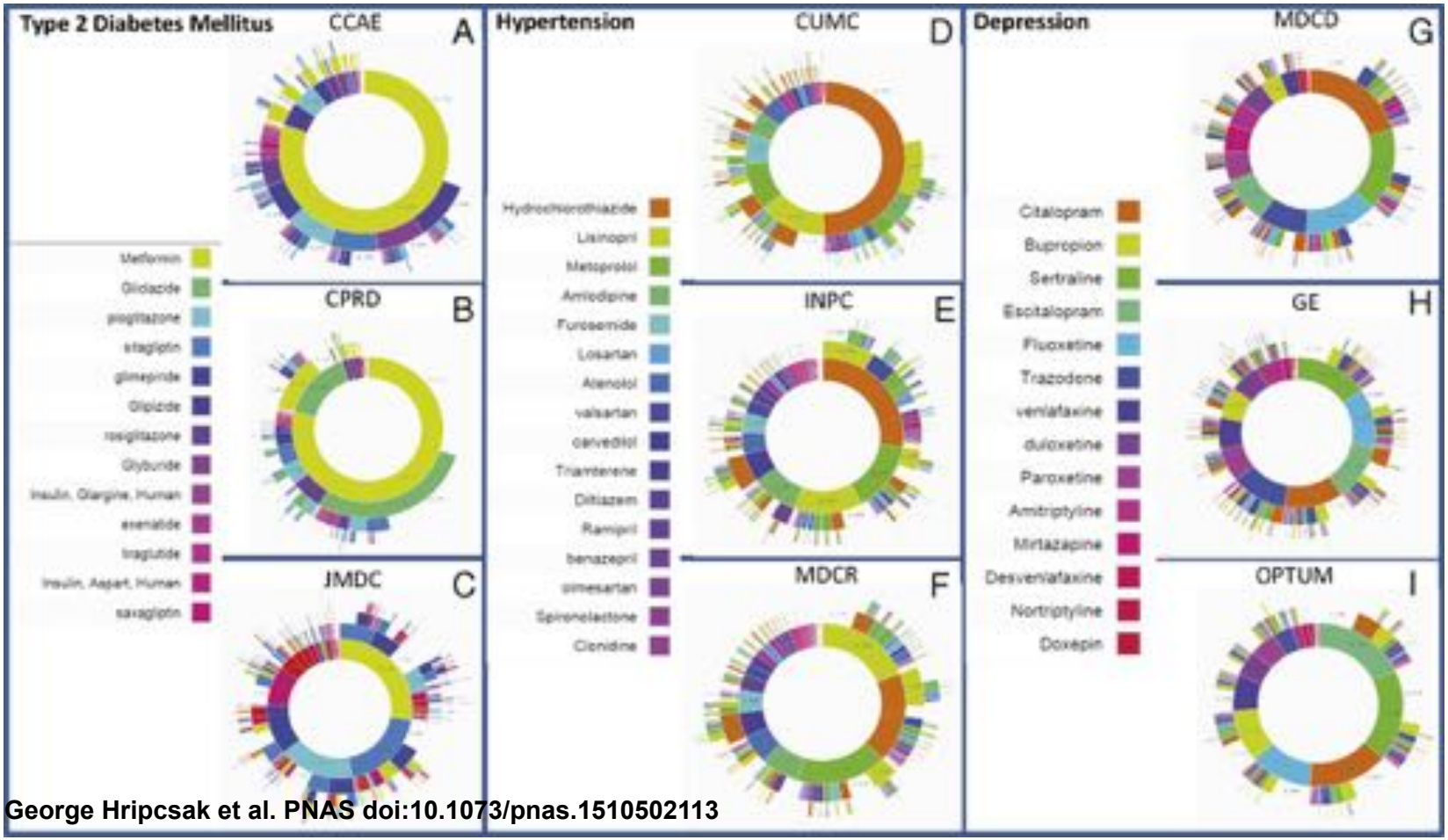
Databases converted to OMOP CDM within OHDSI Community:

Standardized process for network analyses:

Ask clinical question → Design protocol → Develop standardized analytics → Generate and disseminate evidence

OHDSI研究 — 慢性病药物使用路径

Characterizing treatment pathways at scale using the OHDSI network



George Hripcsak et al. PNAS doi:10.1073/pnas.1510502113

OHDSI China


ohdsichina.org
Search
OHDSI China
主页
Chinese Study Hackathon
更多
OHDSI 中国工作组
2018 中美医学信息大会（暨OHDSI中国年会）
于6月29日-7月1日在广州召开！
“和世界一流专家学者交流医疗大数据技术和应用
OHDSI 中国工作组主页:
http://www.ohdsi.org/web/wiki
/doku.php?id=projects:workgroups:china-
wg

谢谢！
Thank you!

For questions, please contact:

Hua.Xu@uth.tmc.edu