

Последствия Добычи Урана на Несколько Поколений Резервации Навахо



*Сотрудничество между
Общественностью/исследовате-
лями/общинными и федеральными
агенствами для определения
взаимосвязи между влиянием
урана, результатами
рождаемости и развитием Нации
Навахо*

Джонни Луис, Ph.D.

*Director, Community Environmental Health Program (CEHP) COP UNM-HSC
PI, Diné Network for Environmental Health (DiNEH) & Navajo Birth Cohort Study
PI, UNM Metals Exposure & Toxicity Assessment on Tribal Lands in the SW (METALS) Team
Co-Director, NM CARES Environmental Health Core*



S **Признанием и благодарностью Команде NBBCS!**

Current DiNEH & NBBCS Teams

UNM-HSC

Johnnye Lewis, Ph.D.

David Begay, Ph.D.

Curtis Miller, Ph.D.

Eszter Erdei, Ph.D.

Courtney Burnette, Ph.D.

Laurie Hudson, Ph.D.

Deborah MacKenzie, Ph.D.

Lauren Hund, Ph.D.

Karen Cooper, Ph.D.

Matt Campen, Ph.D.

Jim Liu, Ph.D.

Chris Vining, MS, SLP

Becky Smith

Carla Chavez

Miranda Cajero

Bernadette Pacheco

Jennifer Ong

CJ Laselute

Malcolm Benally

Elena O'Donald, Ph.D.

Molly Harmon

Joseph Hoover, Ph.D.

Vanessa De La Rosa, Ph.D.

Erica Dashner, Ph.D.

(Navajo Team Members)

SRIC

Chris Shuey, MPH

Lynda Lasiloo

Sandy Ramone

Teddy Nez

Maria Welch

CDC/ATSDR

Angela Ragin-Wilson, Ph.D.

Candis Hunter, MSPH

Elizabeth Irvin-Barnwell, Ph.D.

NAIHS

Doug Peter, M.D.

Johnna Rogers, RN

Ursula Knoki-Wilson,

CNM, MSN

Charlotte Swindal, CNM, RN

Diedre Sam

Lorraine Barton

Lisa Kear, RN

PL-638 HOSPITALS

Delila Begay

Abigail Sanders

CONSULTANTS

Perry Charley

Adrienne Ettinger, Ph.D.

Navajo Nation

NNDOH

Mae-Gilene Begay

Anna Rondon

Qutarah Anderson

Roxanne Thompson

Melissa Samuel

Doris Tsinnijinnie

Josey Watson

Nikki Begay

NNEPA

Stephen Etsitty

Yolanda Barney

Freida White

Chandra Manandhar

Vivian Craig

Eugenia Quintana

USEPA – Region 9

Clancy Tenley

Linda Reeves

Harry Allen

And thank you to the many others who have contributed and supported this work!

The people of the Navajo Nation:

- 2000 Navajo families
- 110 chapters
- HEHSC, Tribal and Agency Councils, Executive Branch, NNEPA, GIB

Our funders:

- NIEHS (16 yrs)
- CDC/ATSDR (5 yrs)
- USEPA Region 9 Superfund Emergency Response (4yrs)
- NIMHHD (3 yrs)
- NNEPA (1 yr)
- NIAAA (2 yrs)

DiNEH and NBBCS Research is reviewed and monitored by Navajo Nation Human Research Review Board

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ МОДЕЛЬ СЕНР с 1996

Успех Сотрудничества в Науке



Итеративный Подход – Следовать вопросам

Почему
исследование по
Рождается в
Группе Навахо?

Как должно быть
проведенно
исследование?

ИСТОРИЯ

ПРОБЛЕМА

- **Более 40 лет добычи на нужды Холодной Войны на резервации Навахо**
 - > 500 заброшенных, не отмеченных, не огороженных шахт
 - > 1000 отброшенных отходов – все содержат металлы, все не очищены
- **Общественность Озабоченна Последствиями → Конгресс, ООН**
 - Озабоченность о современном положении и о БУДУЩЕМ
 - Недоверие исследователям из-за истории неуважения, злоупотребления, секретности
- **Высочайший процент коренных жителей сосредоточено в 13 западных штатах**
 - Высочайшая концентрация заброшенных урановых шахт (>4000), а так же других шахт (>161,000) находятся в том же регионе



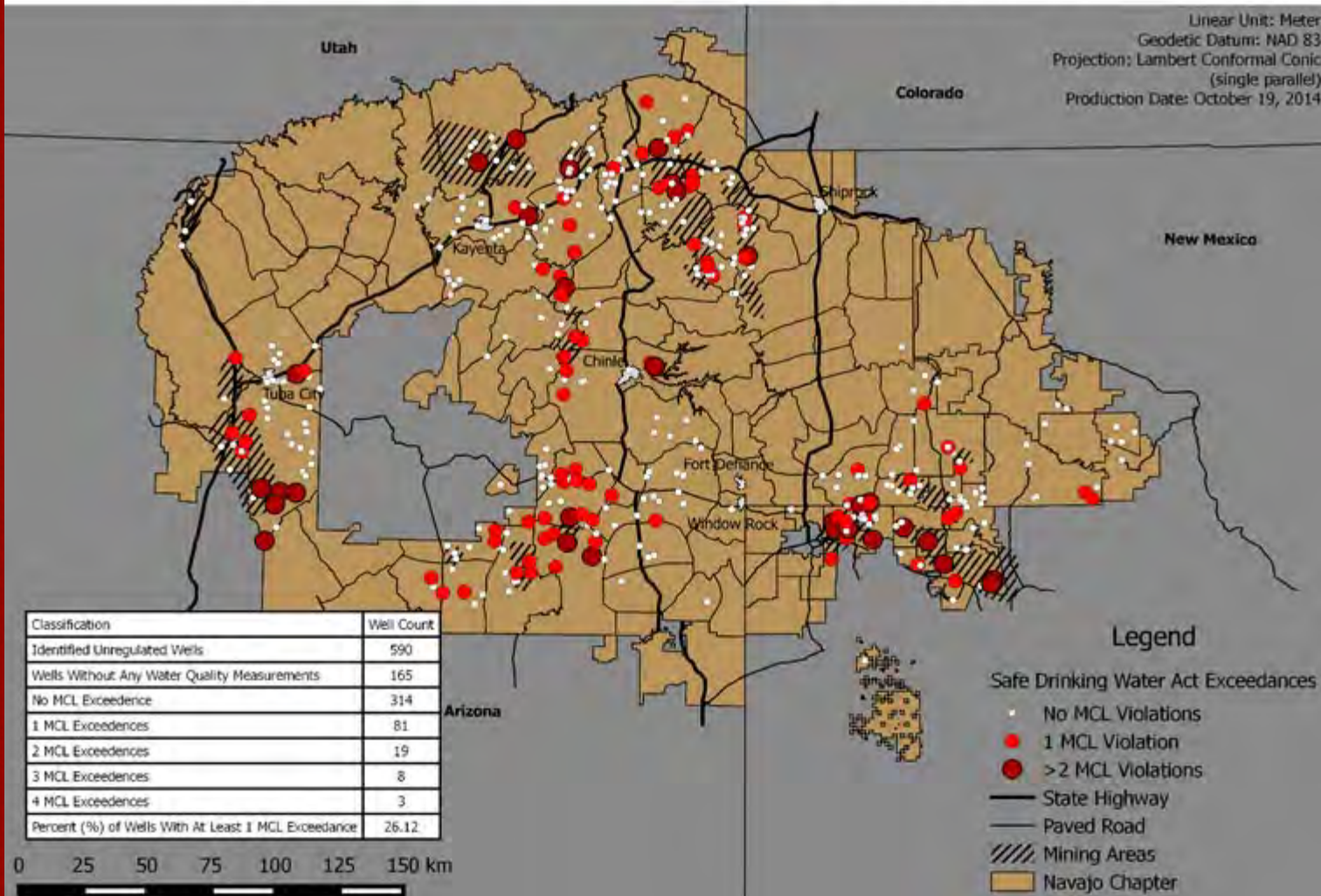
Риск Здоровья для Коренных Жителей

- **Низкий уровень понимания риска здоровью среди этого населения**
 - Обычно не доступна как группа в государственной базе данных
 - Ограниченные данные, касающиеся общин-- только пропорциональное (~2%) представление(когда вообще оно имеется)
- **Разные Пути Влияния**
 - Отличие в использовании Земель, Воды, Ресурсов, низкая передвигаемость
 - Более минимальный уровень жизни – большая зависимость от местной продукции → повышенный риск влияния
- **Много Социально- Экономических факторов влияющих на здоровье**
 - Низкий доход (на семью <\$20 тыс. в среднем)
 - Высокая безработица (пример >40% Навахо, >75% Су)
 - Плохая Инфраструктура (>30% не имеют доступа к регулируемым источникам воды)

ВОДО-ПЕРЕНОСНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ:

Inorganic Metals for 427/702 unregulated wells: DiNEH Project, USACE, USEPA, USGS, CRUMP, CDC/NNEPA

Safe Drinking Water Act Exceedances



Пробы взяты в районах известных шахт

В Проекте DiNEH были взяты пробы в о всех питьевых источниках, которыми пользовались участники в 20 районах

Мышьяк (~15%) и уран (~13%) в большинстве загрязнителей воды (26%), которые нарушают нормы MCL.

MCL = maximum contaminant level, EPA standard for safe drinking water

Проблемы репродукции и развития – в коренном населении

- **На 50% выше риск-- 8 дефектов рождаемости (Canfield et al., 2014)**
 - Не считаются штаты с наивысшим % коренных жителей – малые общины *n*
 - Нет оценки факторов риска окружающей среды
- **AI/AN обычно повышенные**
 - Преждевременные роды,
 - низкий (или повышенный) вес при рождаемости,
 - выкидыш,
 - Мертвый плод,
 - Младенческая смертность
 - Гипертензивный расстройства,
 - преэклампсия,
 - гестационный диабет
- **Обычно не представлены в существующих нормотовах или исследованиях токсичности**
 - Нет достоверных данных по дефектам рождаемости, аутизму, задерживании развития – или развития культурных нормативов

Комбинационная Итеративная Модель

Исследовательский Подход отражает Познавательный Метод Навахо

Основа для изначального Проекта DiNEH и современного Исследования Рождаемости у Навахо



Ситесизорованная Модель Исследования для Проекта DiNEH и Исследования Проблем Рождаемости Навахо

Выводы из проекта DINEH: Экспозиции во время добычи (рабочие и их семьи) повысили риск заболевания почек



Экспозиции во время добычи оценивались от обследований населени

А: Стирала одежду шахтёра (22%)

Б: Работали в урановом руднике (10%)

В: Жили рядом с рудником (4%)

Г: Работали в урановом заводе (2%)

Д: Работали над рекультивацией рудника, или возили урановые руды или хвосты в грузовиках (2%)

Многие работники уже погибли от рака легких. Среди наших участников было больше членов семьи, чем работников.

Выводы из проекта DINEH: Экспозиции во время и после добычи → повышенный риск гипертонии и аутоиммунных заболеваний



Воздействия добычи и переработки урана оценивались от 2 источника данных:
1) Близость каждого дома* до всех заброшенных урановых шахот и отходов
2) Вся личная деятельность, которая могла привести к воздействию от урановых отходов

- A) *Использовали строй-материалы из закрытых урановых месторождений или заводов-17%*
- B) *Пасли скот рядом с урановым рудником, заводом, хвостохранилищем—13%*
- B) *Пили или имели контакт с сточными водами урановых месторождений—13%*
- Г) *Играли на хвостохранилище или рядом с другими отвалами—13%*
- Д) *Играли рядом с урановым месторождением или заводом—12%*
- Е) *Делали стойла для скота в заброшенном урановом руднике*

В среднем люди в 1 доме живут 33 года



Navajo Birth Cohort Study 2010-2017 – Congressional Mandate Cooperating Organizations

Исследование рождений у Навахо (ИРН) 2010-2017
Сотрудничающие организации по заказу Конгресса



Centers for Disease Control and Prevention/Agency for Toxic Substances and Disease Registry

Birth Cohort

Navajo mothers, fathers and babies; other community members; chapters

Navajo Area Indian Health Service (NAIHS)

Navajo Nation Division of Health

DiNEH Project Team

- UNM Community Environmental Health Program (CEHP)
- UNM Pediatrics Department, Center for Development and Disability
- Southwest Research and Information Center (SRIC)
- Consultants

With Help From С ПОМОЩЬЮ

Growing in Beauty (developmental disabilities services provider)

PL93-638 Facilities (Tséhootsooí, Tuba City)

Other Navajo Nation Agencies (Environmental Protection Agency, WIC, Health Education, Office of Uranium Workers)

USEPA Region 9

Body of work will result in data on three successive generations

- **Разделить воздействия действующих шахт от прошлых отходов**
- **Всеобъемлющая характеристика Влияния**
 - биомониторинг, оценка жизне-обитания, само-оценка воздействия, мониторинг окружающей среды
- **Клинический Анализ и Оценка Развития**
- **Тех-Лабораторные Исследования**
- **Понимание Путей Влияния:**
 - Изучение митерологических, физико/геохимических составных в отходах влияющих на воздействие и болезни
- **Исследования для понимания риска, информирование регуляторных органов, стратегия предотвращения**

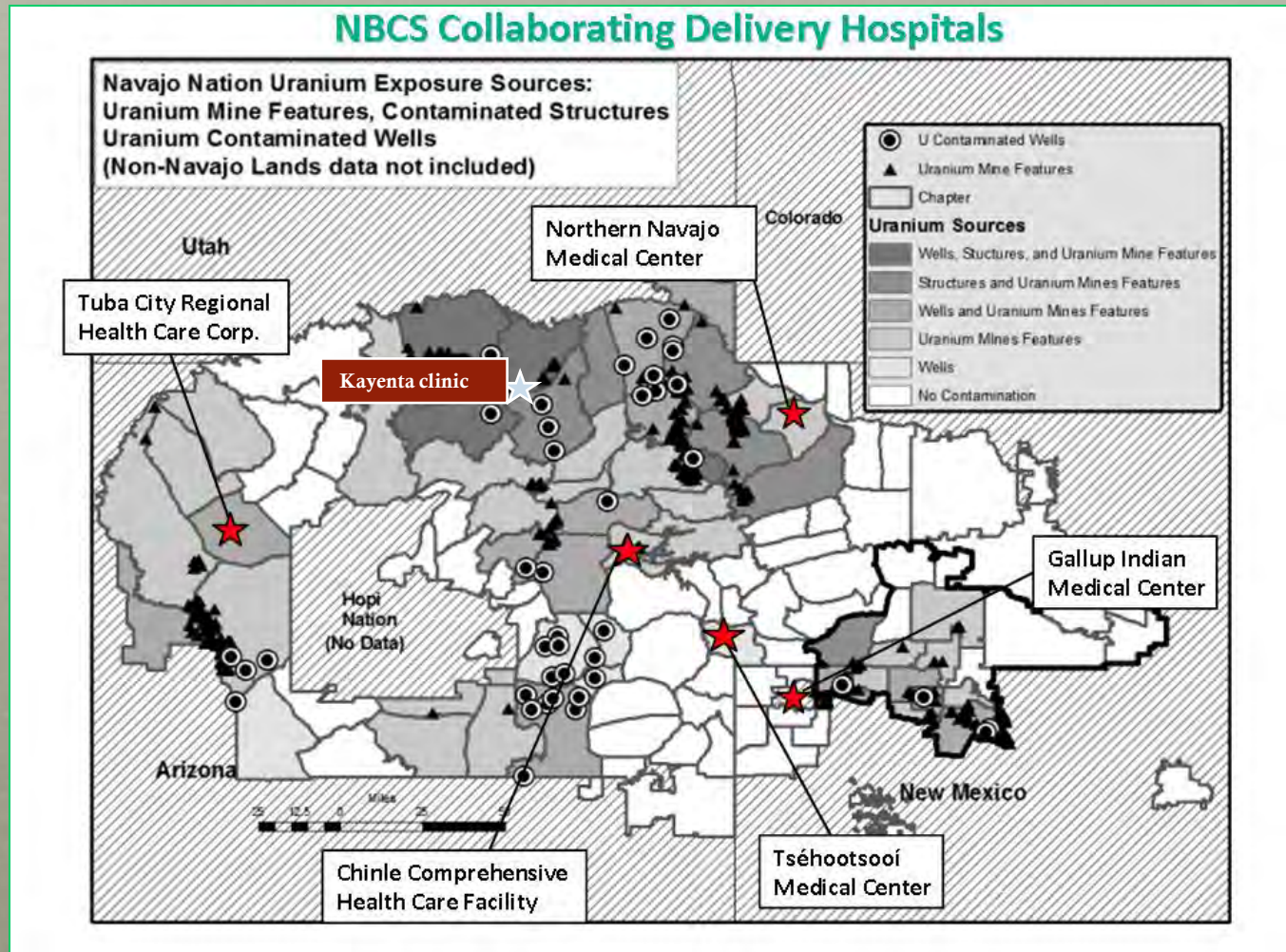
СОЗДАНИЕ ГРУППЫ

NBCS Род Дома в соотношении с Главными Источниками Влияния Урана



Navajo Area OB/GYN Birth Statistics (2009) Self-Reported at Area and National Meetings
(Source: NAIHS clinical staff)

Chinle	541
Tséhootsooí (638)	459
Gallup	664
Shiprock	763
Tuba City (638)	519
Total	2,946



Note: Kayenta clinic designated by NAIHS as NBCS prenatal care facility; began enrollment October 2014, no deliveries

Outcomes Model Structure

EXPOSURE INPUTS

Uranium

Proximity, dust, occupation, water, land use

Survey, GPS, NURE data, Biomonitoring, Existing water quality, in-home dust, parent biomarker analyses

Radiation

Home scans

Biomonitoring, Existing data

Radon

In-home

Canister monitoring



MODIFIERS

Reproductive History

Mother and father

Survey & Medical Records

Nutritional Status

Mother

WIC, FFQ, Biomonitoring

Demographic Variables

Parental income, education, parental ages

Survey

Alcohol, Substance Abuse

Surveys, Meconium, Medical Record

Co-Exposures

Other metals, PAHs, Particulates, Sulfur Compounds

Biomonitoring, Surveys, Home Assessments

REPRODUCTIVE OUTCOMES

Reproductive Difficulty

Miscarriage, delivery complications

Medical Record

Low Birth Weight

Medical Record Review

Congenital Malformation

Medical Record, Survey

DEVELOPMENTAL OUTCOMES

Development: Behavior

communication, gross & fine motor skills, problem solving and personal social skills

ASQ-I & Mullen

Development: Physical

Length, weight, head circumference

Anthropometry

Development: Medical Infections, Morbidity, Mortality

Medical Record Review

Development: Biomarker

Inflammation, Immune system

Laboratory Analysis

Характеризация группы

Биомониторинг

Мониторинг Нашего Обитания
Мониторинг Окружающей Среды

Биомониторинг в исследовании NBCS

- Многократные пробы и биологический способ
- CDC лабораторные тестирования 36-ти разных металлов/металлоидов включая **мышьяк, уран, свинец и ртуть**

	Кровь	Моча	Меконий
Мать	<ul style="list-style-type: none">➤ Запись➤ Роды	<ul style="list-style-type: none">➤ Запись➤ Роды	
Отец	<ul style="list-style-type: none">➤ Запись	<ul style="list-style-type: none">➤ Запись	
Ребёнок	<ul style="list-style-type: none">➤ Рождение (кровь)➤ 2-6 месяцев➤ 12 месяцев	<ul style="list-style-type: none">➤ Рождение➤ 2-6 месяцев➤ 12 месяцев	<ul style="list-style-type: none">➤ Рождение

NBCS Levels of UUR (Uranium - Urine), ug/L (LOD included)

Reference Lines (ug/L): NHANES (pct50 = 0.007, pct95 = 0.036), NBCS (pct50 = 0.011, pct95 = 0.068). LOD = 0.002 ug/L



Уран присутствует во всех частях

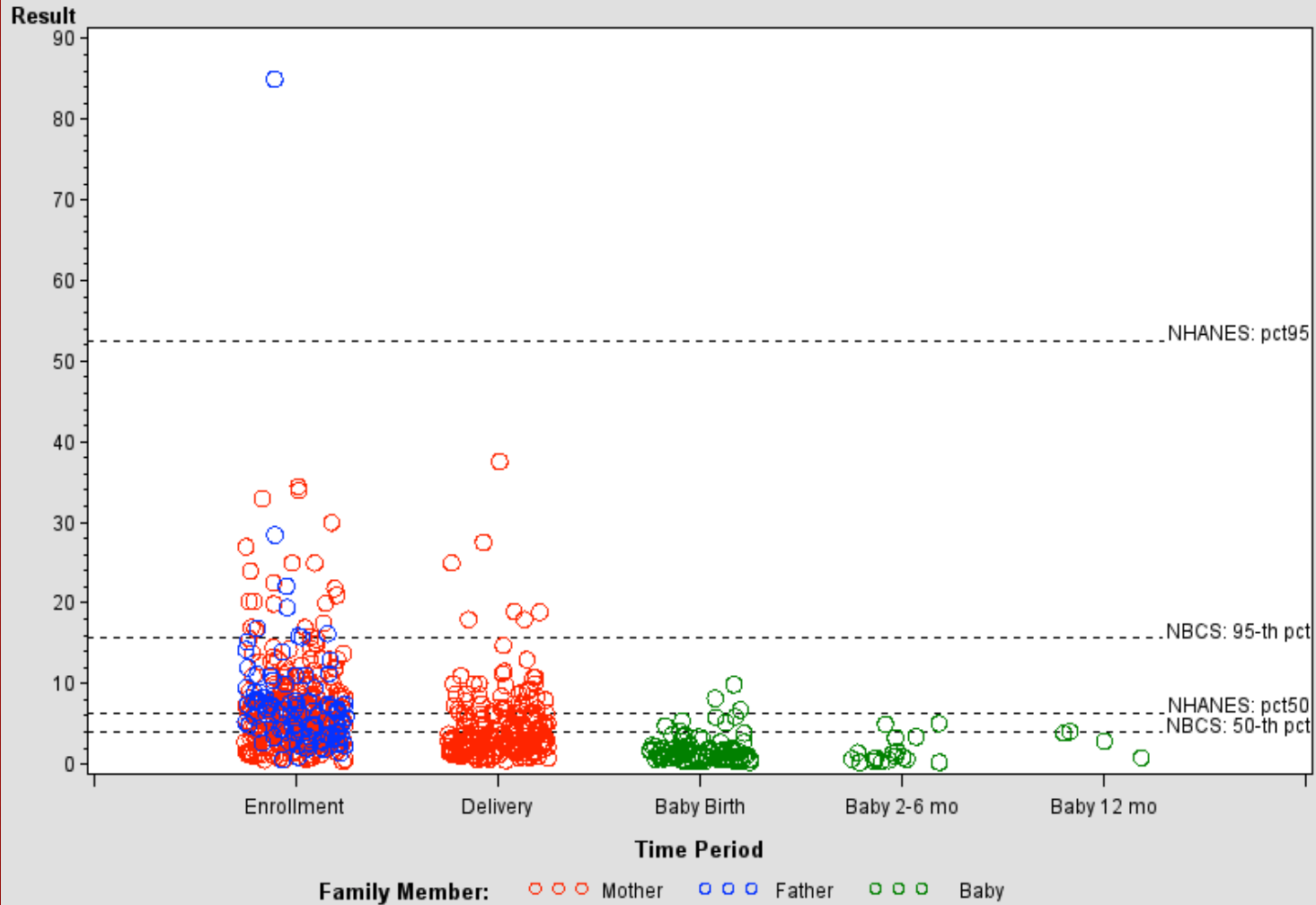
- Достаточно данных для того чтобы начать анализ взаимосвязи между матерями, отцами ; детьми, детьми на протяжении времени; и соотношение с источниками воздействия
- Невозможно на прямую узнать переход веществ через плаценту Уран в моче при рождении вызывает тревогу
- Вызывает тревогу то, что уровень влияния на младенцев утроился по сравнению с предполагаемым уровнем воздействия на взрослых

All percentile comparisons are to NHANES 2010-2011 adults – no infant comparisons found.

(NHANES)

NBCS Levels of UTAS (Arsenic Total - Urine), ug/L

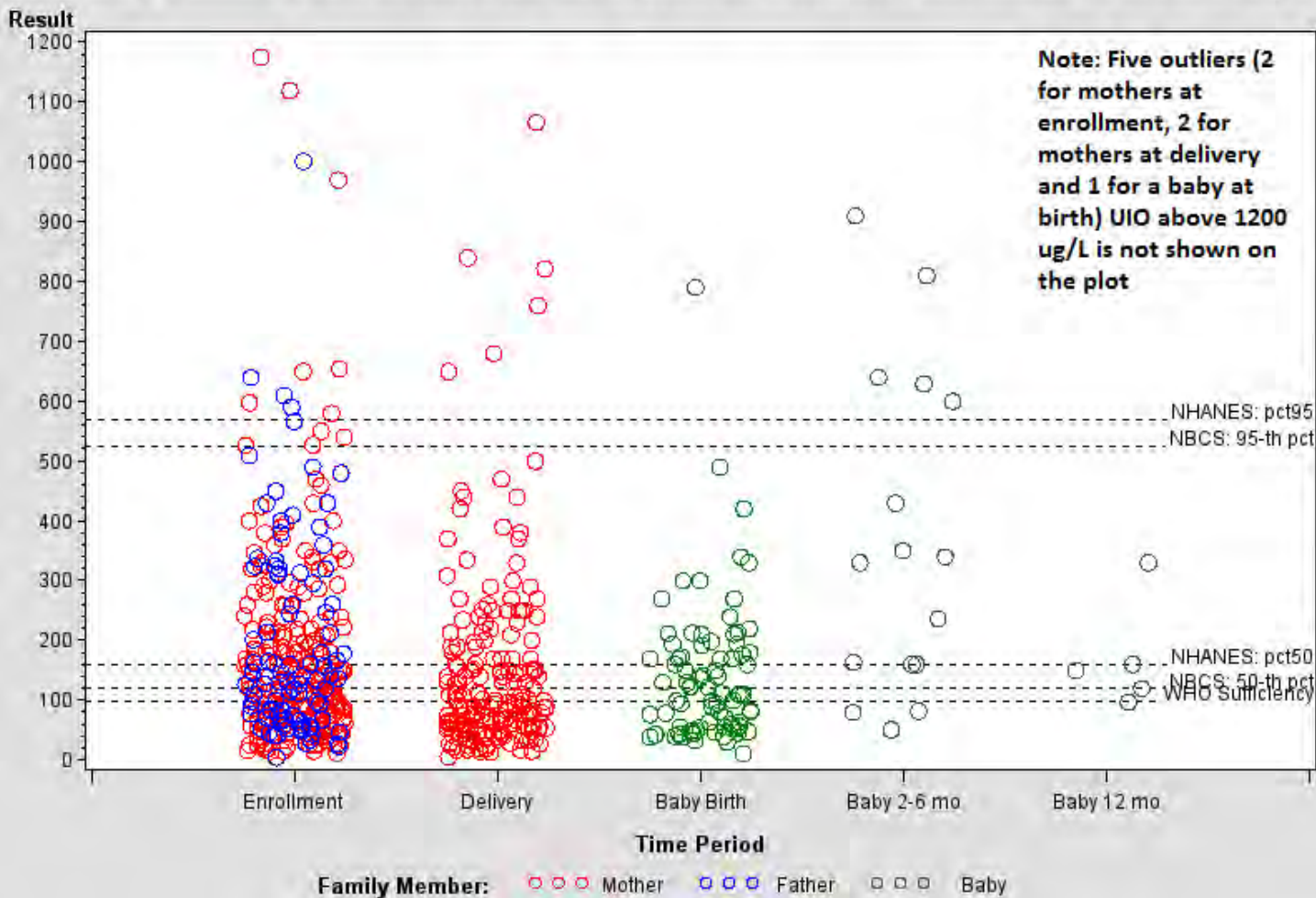
Reference Lines (ug/L): NHANES (pct50 = 6.31, pct95 = 52.5), NBCS (pct50 = 3.99, pct95 = 15.6). LOD = 0.26 ug/L



Уровни ниже предполагаемых по анализу воды и отходов шахт

NBCS Levels of UIO (Iodine - Urine), ug/L

Ref.Lines (ug/L): NHANES (pct50 = 160, pct95 = 569), NBCS (pct50 = 120, pct95 = 525.2), WHO Sufficiency = 99. LOD = 1.6 ug/L



- Критични для функциональности щетавидной железы, нормального органа и развития CNS
- Сильно различные анализы
- Как наилучшие показатели достаточности в населении
- Нет предварительных данных по Навахо
- Показывает потенциальный недостаток в населении
- Предотвратимые – добавки, больше молочных продуктов, рыбы, – срочно рассмотреть клинически для улучшения ролдаемости
- Но – Нет еды насыщенной йодом у Навахо!

NBCS Levels of SZN (Zinc - Serum), ug/dL (LOD included)

Ref.Lines (ug/dL): NHANES (pct50 = 80, pct95 = 120), NBCS (pct50 = 63, pct95 = 107.48), WHO Sufficiency = 70. LOD = 2.9 ug/dL



- Обычно недостаток цинка при беременности
- Достаток большинства младенцев и отцов предполагает, что сыворотка не наилучший показатель функциональной достаточности
- VICTER: Hudson, Ho, Lewis – совокупность недостатка Zn, влияние металла, окислительный стресс и восстановление ДНК *in vitro*, *in vivo*, и в человеческих пробах

Параллельные Усилия

Понимание Механизмов Токсичности

Вероятные Пути Воздействия

Восполнение – Иммунитет – Влияние Металлов

(MacKenzie, Erdei, Ong, Rubin, Pollard)

- **Наши предварительные исследования в общинах показали повышенные ANA с влиянием присутствия As**
 - (Ong et al., *Autoimmune Diseases*, 2014)
 - **Особые ауто-антитела в соответствии с аутоиммунитетом окружающей среды (e.g. Волчанка с помощью препаратов)**
- **Повышенное присутствие ANA в старой группе DiNEH (48% при клиническом обзоре)**
- **NBCS - 20% of 14-45 yo проба ANA позитивная (M=F) (n=40)**
- **Не предполагаемая в этой возрастной группе**
 - **NHANES данные – 13.9% превышение (Sato et al., *Arthritis and Rheumatism*, 2012)**
 - **Hg исследование NHANES данные – 16% (Somers et al., *EHP*, 2015)**

ПОВРЕЖДЕНИЕ ДНК

(Hudson, Cooper, Dashner, MacKenzie)

- пробы от 36 NBCS матерей (средний возраст 26)
- Количество поврежденных клеток увеличивается при воздействии
 - Моча As : Моча U сильные показатели повреждения ($p=.0007$)
 - 3-элементное взаимодействие показывает Zn уменьшает синергистическое увеличение повреждения связанное с взаимодействием As:U ($p = 0.006$)
 - Добавки до *беременности* важны для снижения риска
- Предварительные результаты!!! Редупликация в дополнительных пробах
- Соответствует нашим лабораторным показателям
- Предложение защитных мер для уменьшения вреда

Понимание распространения через почву:воду и почву:воздух



*Серафина Нэз и её мать Хэлен
Члены Комитета Тачи по проблеме
Урана , которые запросили эти
исследования*

Тачи/Блу Гэп – общины озабочены близостью расположения откодов– традиционные проблемы развития у детей, потребление загрязнённой воды

(Cerrato, Blake, Shuey)



Отходы Заброшенной Урановой Шахты

(Северо-Восточная Аризона:

Повышенность U ($6,614 \text{ mg kg}^{-1}$)

Присутствующие металлы (e.g. **As**, **V**, **Fe**)

U В Воде (Spring): EPA MCL for U

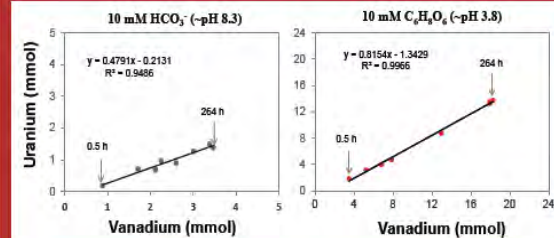
$67 - 170 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$ > $30 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$

METALS Публикация #1
 Результаты донесены до общины, NNEPA, NNDOJ
 → USEPA Регион 9
 → Приоритет для осистки загрязненного места

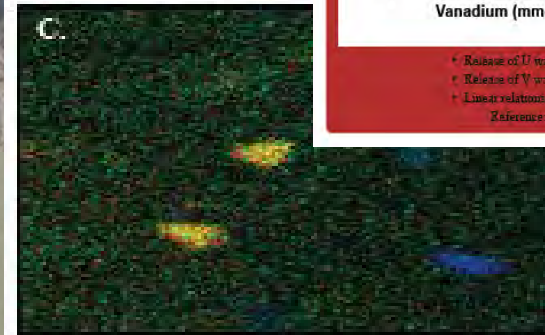


Soils: Batch extraction experiment

Uranium Vanadate Phase



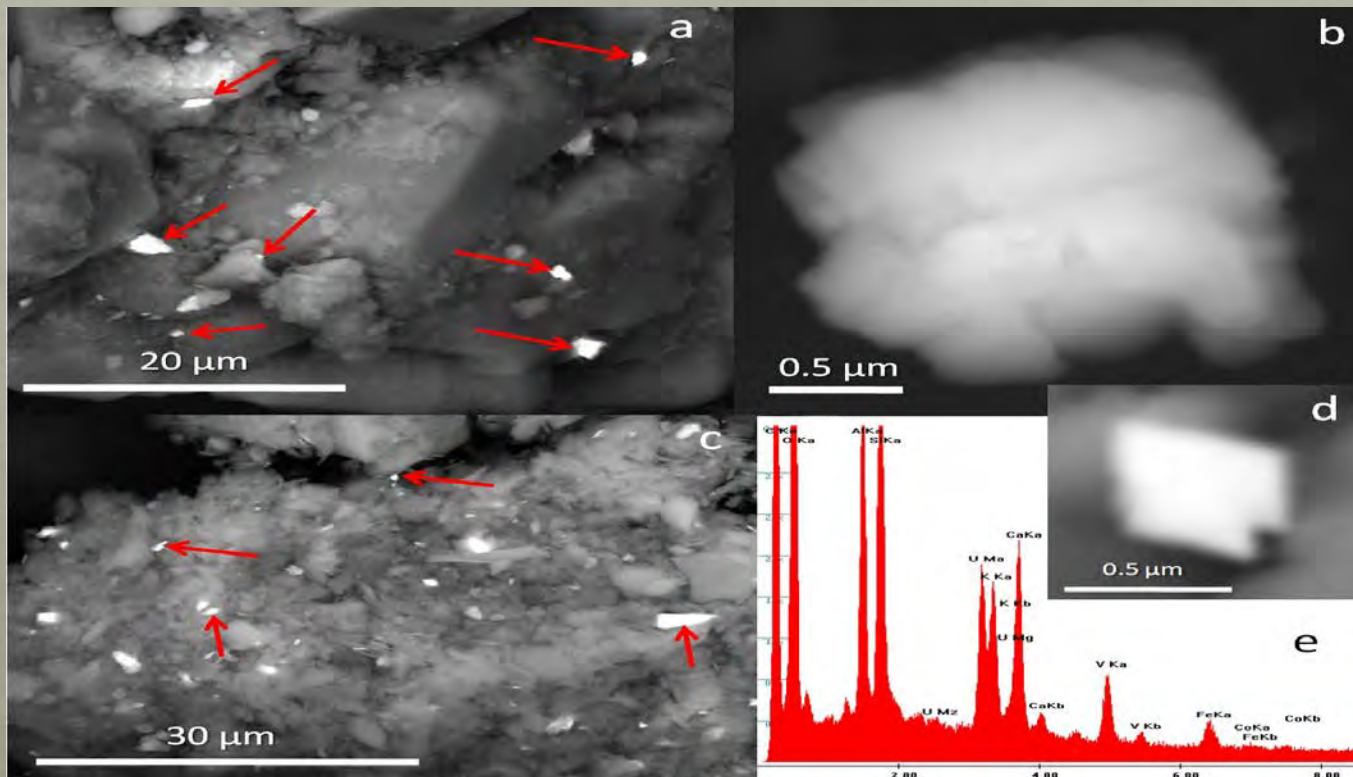
- Release of U was ~ 10 times lower with HCO₃⁻ than with C₆H₈O₆
 - Release of V was ~ 5 times lower with HCO₃⁻ than with C₆H₈O₆
 - Linear relationship between U and V release
- Reference: carbonate [U₂(VO₄)₂V₂O₇]



C.) Elemental mapping performed on MW1. Blue=Iron, Red=Uranium, Green=Vanadium, and Yellow reflects combined U and V.

Транспортировка отходов на пересечении воды и воздуха

BACKSCATTERED ELECTRON IMAGES and EDS SPECTRUM of CARNOTITE $[K_2(UO_2)_2V_2O_8]$ IN AUM WASTE (Brearly)



*Пробы воздуха
начнутся этой
весной (Campen, Gonzales,
Shuey, Nez)*

- a, b, c and d) BSE фото стрелками показаны микроны и субмикроны, свободные частицы карнотита в отходах ,
- e) EDS спектр частиц карнотита.

Различные крупные объекты, находящиеся очень близко к общинам

Влияние на Навахо и другие общины на Западе

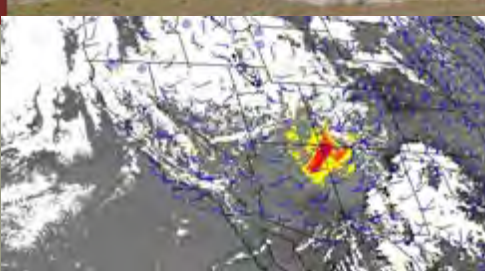


Photo montage shows spring winds resuspending dust from Old Church Rock Mine site (right) onto Navajo grazing lands (left), April 2003.

Пыльные бури усиливаются, Что в пыли???



Финикс 2012



Долина в Калифорнии



Финикс Вторник
Март 2014

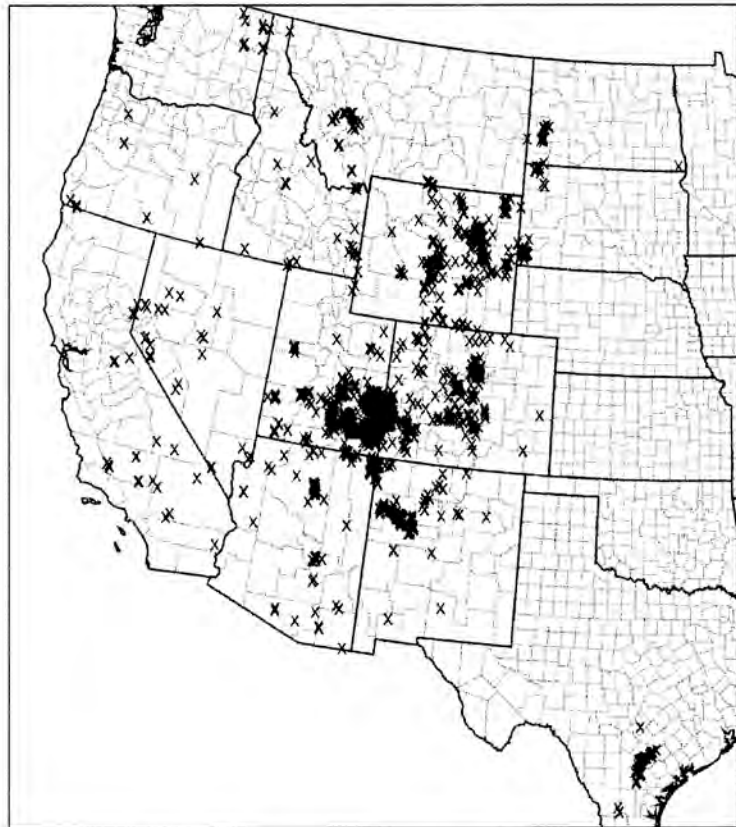


Финикс Вторник
2014



Земли Общин и Наследие Урана

Uranium one of many minerals mined in Western U.S. primarily for weapons development.



Legend

x MAS/MILS Uranium Mines

Source of Mine Information:
EPA Uranium Location Database

Km
500



Наследие Урана в Западной части США

- По оценкам USEPA :
~10,400 заброшенные урановые « шахтны-объекты» в 15 западных штатах
- По оценкам Бюро по Добычи в США. :
~4,100 отдельные урановые шахты

Source: <http://www.epa.gov/rpdweb00/tenorm/uranium.html>

GAO свидетельствовали в Конгрессе— 2011

- 161,000 заброшенных шахт в 12 западных штатах и на Аляске
- 33,000 разрушили окружающую среду, загрязнив поверхностные и подводные воды или через отходы мышьяком
- 12 Западных штатов и Аляска имеют самый высокий процент AI/AN населения

Source: <http://www.gao.gov/assets/130/126667.pdf>

ЭТО ХОРОШО ????????



СПАСИБО

*FROM THE NBCS TEAM!
UNM-CEHP, SRIC, NNDOH, NAIHS, CDC/ATSDR*