

КАК ОЦЕНИТЬ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЖЕНКУА: РЕАКЦИЯ МИРОВОЙ ОБЩЕСТВЕННОСТИ

HOW TO ESTIMATE JIANKUI'S EXPERIMENT: GLOBAL COMMUNITY REACTION

В. Н. Сокольчик¹, М. Г. Шаранова²
V. Sokolchik¹, M. Sharanova²

¹Белорусская медицинская академия последипломного образования,
г. Минск, Республика Беларусь

²УЗ «4-я городская клиническая больница им. Н. Е. Савченко»,
г. Минск, Республика Беларусь
vsokolchik@mail.ru

¹Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Republic of Belarus

²4-th City Clinical Hospital Named after Micalaj Sauchanka, Minsk, Republic of Belarus

Рассматривается известный научный эксперимент по редактированию генома китайского ученого Хе Дженкуя, о котором он сообщил в ноябре 2018 г. Авторы рассматривают суть технологии CRISPR-Cas9 в отношении редактирования генома человека и обращают внимание на этические проблемы, которые возникают в связи с применением данной технологии. Приводится реакция ученых-генетиков, заявление комитета по биоэтике Совета Европы и др., в которых проведенный эксперимент эксперты оценивают как преждевременную, безответственную и противоречащую биоэтике научную практику.

The article is devoted to the well-known scientific experiment on editing the genome of the Chinese scientist He Jiankui, which was reported in November 2018. The authors consider the essence of the CRISPR-Cas9 technology in relation to editing the human genome also they pay attention to the ethical problems arising in connection with the application of this technology. The article presents the reaction of geneticists, the statement of the Committee on bioethics of the Council of Europe (DH-BIO), etc., in which experts declared the experiment as a premature, irresponsible scientific practice which one is contrary to bioethics.

Ключевые слова: редактирование генома, генно-модифицированная беременность, этические проблемы, права эмбриона, клинические цели, Наффилдский отчет.

Keywords: editing the genome, genetically modified pregnancy, ethical problems, rights of embryo, clinical goals, Nafffield report.

В ноябре 2018 г. года мир узнал о первом эксперименте по редактированию генома человека с последующим успешным инициированием беременности и рождением двух здоровых генно-модифицированных девочек-близнецов. О своем «эксперименте» сообщил китайский ученый-генетик Хе Дженкуэй (He Jiankui), доцент кафедры биологии Южного научно-технического университета, расположенного в специальной экономической зоне Шэньдзень, столице провинции Гуандон Южного Китая. Согласно докладу Дженкуя, представленному на международном саммите по редактированию генома в Гонконге, прошедшем в ноябре 2018 г., ученый провел процедуру редактирования генома с использованием активно применявшейся генетиками технологии CRISPR-Cas9. Дженкуй привил генам девочек невосприимчивость к ВИЧ-инфекции. Также он сообщил о новой генно-модифицированной беременности, ранние сроки которой он успешно курирует в настоящее время.

Заявление китайского ученого шокировало мировое сообщество и породило волну протестов и осуждения не только в научной среде, но среди представителей самых широких кругов общественности. Некоторые участники саммита, присутствовавшие на докладе генетика, охарактеризовали его действия как «эксперименты над людьми».

Технология CRISPR-Cas9 существует и активно используется генетиками по всему миру вот уже несколько лет. CRISPR/Cas9 – это новая технология редактирования геномов высших организмов, базирующаяся на иммунной системе бактерий. В основе этой системы рассматриваются особые участки бактериальной ДНК, короткие палиндромные кластерные повторы, или CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats), между одинаковыми (идентичными) повторами располагаются различающиеся фрагменты ДНК, именуемые спейсерами, последние соответствуют участкам геномов вирусов, паразитирующих на данной бактерии. При попадании вируса в бактериальную клетку он обнаруживается с помощью специализированных Cas-белков (CRISPR-associated sequence – последовательность, ассоциированная с CRISPR), связанных с CRISPR РНК. Если фрагмент вируса «записан» в спейсере CRISPR РНК, Cas-белки разрезают вирусную ДНК и уничтожают ее, защищая клетку от инфекции [1].

В начале 2013 г. несколько групп ученых показали, что системы CRISPR/Cas могут работать не только в клетках бактерий, но и в клетках высших организмов, а значит, CRISPR/Cas-системы дают возможность исправлять

неправильные последовательности генов и таким образом лечить наследственные заболевания человека. Однако до сих пор применение ее для редактирования клеток зародышевой линии человека было запрещено законодательством многих стран. Это связано с этическими проблемами, которые порождает использование новой технологии. Прежде всего, это проблема ответственности, которую должны взять на себя те, кто осуществляет вмешательство в геном человека, не зная наверняка, к каким последствиям это может привести. Возможно, эти изменения, будучи унаследованными потомками всей человеческой популяции, навсегда изменят природу человека и его генотип. И будет ли у человечества шанс все исправить или повернуть ситуацию «вспять»? Не закончатся ли «невинные» эксперименты глобальными изменениями и даже уничтожением человечества? Ученые-генетики неоднократно заявляли о необходимости дальнейшего пристального изучения технологии CRISPR-Cas9, прежде чем технически можно будет провести первые вмешательства в геном человека, максимально минимизируя все возможные риски данной процедуры.

Еще одна эτικο-социальная проблема, связанная с приведенным экспериментом – дальнейшее расслоение общества. Ясно, что применение технологии будет «дорогим удовольствием», соответственно встает вопрос – кто сможет оплатить такую процедуру. И не получится ли, что богатые смогут «улучшать» свой генотип, а бедные – останутся без соответствующих улучшений и превратятся в людей «второго сорта»?

Кроме того, этические проблемы редактирования генома затрагивают и вопрос о правах эмбриона. В данной ситуации к эмбриону ученый подходит исключительно инструментально, не учитывая его человеческого потенциала. Возникает и вопрос о том, кто принимал решение об участии в эксперименте – биологические родители или это было произволом исследователя? Директор Национального института здравоохранения США Фрэнсис Коллинз (Francis S. Collins) указал в постановлении от 28 ноября 2018 г., что «проект преимущественно проводился в секрете, медицинские показания для инактивации генов, кодирующих CCR5 рецепторы у данных новорожденных, были абсолютно не обоснованы, процесс получения информированного согласия выглядит крайне сомнительным, и возможность опасных нежелательных последствий не было должным образом изучена» [2]. Думается, что ситуацию можно расценивать как попытку положить на алтарь науки безопасность будущего человека и даже всего человечества.

Показательно, что эксперимент Хе Джанкуэя многие ученые охарактеризовали как «безнравственный и безответственный поступок», а поведение экспериментатора как «ненадлежащее поведение для ученого и исследователя». Так, один из создателей технологии редактирования генома CRISPR/Cas Фэн Чжан призвал ввести глобальный мораторий на имплантацию отредактированных эмбрионов и рождение таких детей (о заявлении Чжана пишет MIT Technology Review).

Оргкомитет второго международного саммита по генетике назвал произошедшее (рождение генно-модифицированных близнецов Наны и Лулу) безответственным и не соответствующим международным нормам, утверждая, что редактирование генома человека сегодня, в том числе в клинических целях, преждевременно. Однако, по мнению оргкомитета саммита, редактирование генома человека будет возможным в будущем, когда будут учтены все риски и изучены дополнительные критерии. Эти критерии включают прямой независимый присмотр, осуществление в соответствии с медицинской необходимостью при отсутствии альтернативных методов, долгосрочное наблюдение и внимание к возможным социальным последствиям.

Академия медицинских наук Китая опубликовала в журнале Lancet заявление о том, что выступает против любых клинических операций по генному редактированию эмбриона человека в репродуктивных целях в нарушение законодательства, нормативных актов и этических норм, а также в отсутствие научной оценки, выполненной в полном объеме.

Еще до скандального и ошеломляющего эксперимента Хе Джэнкуэя на Втором международном саммите по редактированию генома человека (Гонконг, 27–29 ноября 2018 г.), мировым сообществом были приняты определенные соглашения и нормы, регулирующие развитие этой области. К ним относятся:

- рекомендации Парламентской ассамблеи Совета Европы (ПАСЕ) по использованию новых генных технологий для человеческих существ (от октября 2017 г., одобрены Комитетом Министров Совета Европы в феврале 2018 г.);

- конвенция о защите прав и свобод человека в связи с применением достижений биологии и медицины: конвенция и права человека и биомедицине (Конвенция Овьедо), принятая Советом Европы в 1997 г. (ст. 13, в которой сказано, что «вмешательство в геном человека, направленное на его модификацию, может быть осуществлено лишь в профилактических, диагностических или терапевтических целях и только при условии, что оно не направлено на изменение генома наследников данного человека» [3]).

30 ноября 2018 г. Комитет по биоэтике Совета Европы (DH-BIO), представленный 47 государствами – членами Совета Европы, представил заявление, в котором подчеркивалось, что этика и права человека должны служить руководством при редактировании генома человека. Комитет также обязался провести техническое исследование, описывающее современное состояние технологий редактирования генов в соматических и зародышевых клетках человека в области здравоохранения, а также исследование, обеспечивающее обзор этических проблем, поставленных международным сообществом в связи с экспериментом.

В заявлении комитета по биоэтике Совета Европы (DH-BIO) сказано, что «...комитет по биоэтике Совета Европы считает необходимым повторить свое постановление о технологиях редактирования генома человека, принятое на 8-м пленарном заседании Комитета в 2015 г.». В частности декларируется:

- этика и права человека должны направлять любое использование технологий редактирования генома человека; Конвенция о правах человека и биомедицине («Конвенция Овьедо», 1997 г.) – единственный международный юридически обязательный документ, касающийся прав человека в биомедицинской области, – предоставляет уникальную юридическую структуру для поставленного вопроса...;

- методы геномной модификации... играют значительную роль в науке вот уже несколько десятков лет... Новые технологии геномного редактирования – такие как CRISPR-Cas9 – предоставляют возможность сравнительно простого и точного изменения многих видов. И это – существенная поддержка для лучшего понимания причин болезней и их лечения. Безусловно, технологии редактирования генома человека имеют значительный потенциал для исследований в сфере улучшения здоровья людей;

- однако применение технологий редактирования генома к человеческим гаметам или эмбрионам поднимает многие этические и социальные проблемы, а также проблемы безопасности, особенно в контексте изменения человеческого генома, которые могут быть переданы будущим поколениям... [4].

- Комиссия по социальным вопросам, здоровью и устойчивому развитию Парламентской ассамблеи Совета Европы (ПАСЕ) на заседании 4 декабря 2018 г. приняла декларацию, в том числе по вопросу редактирования генома зародышевой линии человека, в которой содержались следующие положения:

- комиссия подтверждает установку Совета Европы о запрете признания беременности, использующей клетки зародышевой линии или эмбрионы, подвергшиеся редактированию генома;

- комиссия заявляет, что в соответствии с соглашением ученых, использование новых генных технологий применительно к человеку небезопасно, несмотря на объявление о рождении в Китае близнецов, эмбрионы которых подверглись геномному редактированию;

- также комиссия заявляет, что свободное и бесконтрольное редактирование зародышевой линии человека есть не что иное, как пересечение границы, обозначенной парламентской ассамблеей Совета Европы как этически неприкосновенной на сегодняшний день;

- комиссия подчеркивает необходимость способствовать широкому распространению публичных информированных дебатов о возможном медицинском потенциале и обстоятельствах соблюдения прав человека при использовании новых генных технологий в человеческой жизни, подчеркивая, что принятие решения о вмешательстве в зародышевую линию человека и клиническое осуществление данного вмешательства не может быть отдано на откуп ученых и саморегулирование.

Национальные законодательства стран вопросы редактирования генома человека разрешают на сегодня по-разному. В некоторых странах, например, в Китае, ученые не ограничены в проведении экспериментов над эмбрионами человека. Иная позиция у США, Канады и Великобритании. Управление по контролю над продуктами и лекарствами (FDA) в США на данный момент не рассматривает заявки на государственное финансирование исследований, включающих изменение наследуемых генов; запрещены подобные инициативы и в рамках частного финансирования. В Канаде редактирование генов зародышевой линии человека является уголовным преступлением, максимальный срок наказания за которое достигает 10 лет. Подход Великобритании отражен в тексте Наффилдского отчета от 17 июля 2018 г. (как итог деятельности Наффилдского совета по биоэтике), в котором было сказано, что при определенных обстоятельствах внесение изменений в геном человеческого эмбриона «морально допустимо» [5] (речь идет о вмешательстве в геном в терапевтических целях для предотвращения заболеваний/патологий).

В Республике Беларусь безопасность гено-инженерной деятельности регулирует Закон Республики Беларусь от 9.01.2006 г. «О безопасности гено-инженерной деятельности», однако его действие не распространяется на отношения связанные с применением генетической инженерии к человеку, его органам и тканям. Не всегда в контексте данной проблемы упоминается такой важный документ, как Постановление Межпарламентской ассамблеи государств участников Содружества независимых государств № 29–12 «Об этико-правовом регулировании и безопасности генетических медицинских технологий в государствах-участниках СНГ», где сказано, что практика, противоречащая человеческому достоинству, такая как создание человеческих существ, генетически идентичных живым или умершим людям, путем клонирования, создание химер, эксперименты по улучшению человеческой природы, должны быть запрещены. Вмешательство в геном, направленное на его модификацию может быть произведено только в профилактических целях. В постановлении поднимается вопрос о целесообразности установления моратория на действия, направленные на изменение генома будущего человечества.

Таким образом, реакция мирового сообщества, ученых и юристов достаточно однозначно трактует проведенный эксперимент как практику преждевременную, научно и этически не выверенную, представляющую реальную опасность для будущего человечества. Однако технический прогресс в скором времени приведет к более широкому применению технологии редактирования генома по всему миру, и эксперимент в Китае лишь положил начало развитию этой области. Мы должны будем ответить на главный вопрос: готовы ли мы к возможным последствиям вмешательства в самое неприкосновенное, что есть в человеческом теле, а именно, геном? И можем ли мы быть уверенными, что эти изменения не спровоцируют ряд опасных мутаций и социальное расщепление общества, которые поставят под угрозу устойчивое развитие и процветание нашей цивилизации? По мнению авторов, биоэтические комитеты, широкая мировая общественность должны открыто выступить с заявлениями о своем отношении к описываемому эксперименту, как это сделал биоэтический комитет совета Европы, Комиссия ПАСЕ, а также несколько биоэтических комитетов отдельных стран.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ребриков Д. В. Редактирование генома человека// Вестник Российского государственного медицинского университета, 2016. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/redaktirovanie-genoma-cheloveka> (дата обращения: 14.07.2017).
2. Francis S. Collins, M.D., Ph.D. (2018-11-28). "Statement on Claim of First Gene-Edited Babies by Chinese Researcher" Bethesda, Maryland 20892: National Institutes of Health (NIH). URL: <http://www.nih.gov> (дата обращения: 28.12.2018)
3. Права человека и биомедицина. Конвенция Овьедо и ее протоколы// Council Of Europe, 2017 – 91 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.coe.int> (дата обращения: 01.06.2017)
4. Заявление комитета по биоэтике Совета Европы - [Электронный ресурс]. URL: <https://www.coe.int/en/web/bioethics/genetics> (дата обращения: 01.01.2019).
5. Nuffield Council on Bioethics (2018) Genome Editing and Human Reproduction: social and ethical issues (London: Nuffield Council on Bioethics) Available at - <http://nuffieldbioethics.org/wp-content/uploads/Genome-editing-and-human-reproduction-short-guide-website.pdf> (дата обращения: 28.12.2018)

RESEARCH OF A HUMAN BODY COMPOSITION: HISTORICAL BACKGROUND

K. Tishkevich, Al-Nuaimi Hussein Nidhal Abdulqader, N. Z. Bashun

***Yanka Kupala State University of Grodno
Grodno, Republic of Belarus
k.a.tishkevich@mail.ru***

A review of development is introduced, and a brief general description of the modern methods of study of a human body composition is given. The method of bioimpedance analysis is best covered as being the most informative and perspective in recent times. The paper presents description of a research technique for a human body composition using bioimpedance analyzers based on measurements of the active and reactive elements of human bioimpedance. Principal components of body composition are presented with the use of the anthropometric along with electric characteristics obtained by means of the bioimpedance. The components of biological objects influencing a physiological condition are defined and potentials of numerical determination of physiological age by some of these parameters are analysed. The obtained findings can be applied in preventive and sports medicine at investigations of a human body components composition.

Представлен обзор разработок и краткое описание современных методов изучения состава тела человека. Как наиболее информативный и перспективный в настоящее время рассматривается метод биоимпедансного анализа состава тела человека, методики с использованием биоимпедансных анализаторов, основанных на измерениях активных и реактивных элементов биоимпеданса человека. Основные компоненты состава тела представлены с использованием антропометрических и электрических характеристик, полученных с помощью биоимпеданса. Определены компоненты биологических объектов, влияющих на физиологическое состояние, и проанализированы потенциалы численного определения физиологического возраста по некоторым из этих параметров. Полученные результаты могут быть использованы в профилактической и спортивной медицине.

Keywords: body composition, bioimpedance analysis, anthropometry, methods of assessment.

Ключевые слова: состав тела, биоимпедансный анализ, антропометрия, методы оценки.

All contemporary methods of body composition assessment are classified as reference, laboratory and field [1]. Reference methods comprise multicomponent models, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI). Laboratory methods comprise dual energy X-ray absorptiometry, densimetry, hydrometry, ultrasonic investigation (US), three-dimensional scanning. Field methods comprise anthropometry, bioimpedansometry, body mass index detection. CT is the method of radiodiagnosis based on estimation of coefficient of attenuation of the X-ray radiation intensity when passing through tissues, stated in Hounsfield units. Computed tomography enables separate monitoring of amount of subcutaneous and internal fat, as well as skeletal muscles and internal organs weight. Thus, CT is a reference method of determination of a body composition at the tissue level. The method is insufficient due to high cost of investigation, use of radiation source and necessity to carry out the investigation at stationary conditions. MRI is used for creation of three-dimensional anatomic images of a body and the analysis of physical and chemical properties of biological tissues. In the whole MRI performs findings of investigation similar to CT findings, however its advantage is the lack of need to expose a patient to the ionizing radiation [1].

Anthropometric methods are the simplest and available methods on the basis of alteration of morphometric parameters of a body, such as a waist circumference, hips circumference, weight, height, etc. These parameters are the ground for