

Стандартные показатели ВОЗ в области развития ребенка

**Длина тела/рост-возраст, масса тела-возраст, масса тела-
длина тела, масса тела-рост и индекс массы тела-возраст**

Методы и разработки



**Всемирная организация
здравоохранения**

**Департамент по питанию
для здоровья и развития**

Резюме

В 1993 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) провела всесторонний обзор видов использования и интерпретации антропометрических показателей. В ходе этого обзора был сделан вывод о том, что принятые национальными центрами медико-санитарной статистики (НЦМС)/ВОЗ справочные показатели развития, которые были рекомендованы для международного использования с конца 1970-х годов, не отражают адекватным образом развитие ребенка в раннем возрасте и что необходимы новые кривые развития. В 1994 г. Всемирная ассамблея здравоохранения одобрила эту рекомендацию. В ответ на это в период между 1997 г. и 2003 г. ВОЗ провела Многоцентровое исследование показателей развития (МИПР) для построения новых кривых, предназначенных для оценки роста и развития детей во всем мире.

МИПР сочетает лонгитюдное исследование с рождения до 24 месяцев и перекрестное обследование детей в возрасте от 18 до 71 месяца. Были получены первичные данные о развитии и связанная с ними информация о 8440 здоровых младенцах, вскармливаемых грудью, и детях раннего возраста из самых разнообразных этнических слоев и мест с различными культурными условиями (Бразилия, Гана, Индия, Норвегия, Оман и США). МИПР является уникальным в том смысле, что оно было специально предназначено для выработки стандарта путем отбора здоровых детей, живущих в таких условиях, которые, вероятно, способствуют достижению их полного генетического потенциала развития. Кроме того, матери детей, отобранных для составления стандартных показателей, практически вели образ жизни, способствующий укреплению здоровья, то есть осуществляли грудное вскармливание и не курили.

В данном докладе представлена первая группа принятых ВОЗ Стандартных показателей развития ребенка (то есть длина тела/рост-возраст, масса тела-возраст, масса тела-длина тела, масса тела-рост и индекс массы тела (ИМТ)-возраст) и описана методика их разработки. Первым шагом в этом процессе было консультативно-экспертное рассмотрение методов составления приблизительно 30 кривых развития, включая виды распределения и методы сглаживания, для определения наилучшего подхода к построению стандартных показателей. Следующим шагом был отбор пакета программного обеспечения, достаточно гибкого для того, чтобы дать возможность провести сравнительную оценку альтернативных методов, используемых для построения кривых развития. Затем выбранный подход систематически применялся к поиску наилучших моделей для включения данных по каждому показателю.

Для построения кривых развития ребенка, рекомендуемых ВОЗ, был выбран метод экспоненциального преобразования Бокса-Кокса (ЭПБК) со сглаживанием кривых с помощью кубических сплайнов. Метод ЭПБК учитывает различные виды распределений, от нормальных до асимметричных или остроконечных. Основанные на возрасте показатели, начинающиеся от рождения, требуют степенного преобразования для растяжения возрастной шкалы (оси-х) в качестве предварительного этапа построения кривых. Для каждой группы кривых поиск наилучших характеристик модели начинался с изучения различных комбинаций степеней свободы для построения оценочных кривых срединных значений и дисперсии. Если данные имели ненормальные распределения, степени свободы для параметров моделирования асимметричности и эксцесса были

добавлены к первоначальной модели и была проведена оценка адекватности. Помимо показателя длины тела/роста-возраста, который следовал нормальному распределению, другие стандартные показатели требовали моделирования асимметричности, но не эксцесса. Диагностические средства, использованные неоднократно для выявления возможных несовмещений и отклонений модели в построенных кривых, включили различные тесты местного и глобального согласия, искривленных участков и остатков. Были также изучены структуры различий между эмпирическими и включенными перцентилями и пропорции наблюдаемых процентных отношений к ожидаемым процентным отношениям детей с измеренными показателями ниже выбранных перцентилей.

Описанная выше методология была использована для получения (для мальчиков и девочек в возрасте от 0 до 60 месяцев) построенных с помощью перцентилей и z-преобразования кривых для длины тела/роста-возраста, массы тела-возраста, массы тела-длины тела, массы тела-роста и ИМТ-возраста. Последний стандартный показатель является добавлением к группе показателей, ранее имевшихся в качестве части справочных показателей НЦМС/ВОЗ. Представлены более глубокие описания того, как был построен каждый специфический по полу стандартный показатель. Кроме того, представлены сопоставления новых стандартов ВОЗ со справочными показателями развития НЦМС/ВОЗ и диаграммами развития 2000-го года ЦББ.

Для интерпретации различий между стандартными показателями ВОЗ и справочными показателями НЦМС/ВОЗ важно понять, что они отражают различия не только в использованных популяциях, но и в методологиях, примененных для построения этих двух групп кривых развития. Для учета значительной асимметричности использованной НЦМС/ВОЗ выборки показателей массы тела-возраста и массы тела-роста, были рассчитаны отдельные стандартные отклонения для распределений ниже и выше медианы по каждому из этих двух показателей. Этот подход является ограниченным в использовании несимметричных данных, особенно в экстремальных хвостах распределения, так как он лишь частично корректирует асимметричность, внутренне присущую показателям, основанным на массе тела. Стандартные показатели ВОЗ, с другой стороны, использовали методы, основанные на LMS, которые дают возможность адекватным образом включить асимметричные данные и дают постоянные кривые, близко соответствующие эмпирическим данным. Подобно стандартным показателям ВОЗ, построение диаграмм развития 2000 г. ЦББ также основывалось на методе LMS, следовательно, различия между этим справочным показателем и стандартным показателем ВОЗ в значительной степени являются отражением различий в популяциях, на которых основаны эти две группы кривых.

Длина тела/рост-возраст. Стандартный показатель для линейного развития имеет часть, основанную на длине тела (длина-возраст, 0 - 24 месяца), и другую - на росте (рост-возраст, 2 - 5 лет). Эти две части были построены с помощью одной и той же модели, но окончательные кривые отражают средние различия между длиной тела в положении лежа и ростом в положении стоя. В соответствии с поставленной целью дети в возрасте между 18 и 30 месяцами в перекрестном компоненте МИПР измерялись как по длине тела, так и по росту. Средняя разница между этими двумя измерениями в данной группе из 1625 детей составила 0,73 см. Поэтому при построении одной модели для всего

возрастного диапазона с перекрестным значением роста добавлялось 0,7 см до объединения их с данными лонгитюдной выборки длины тела. После построения модели медианная кривая опускалась вниз на 0,7 см для возрастов старше двух лет, а коэффициент дисперсионной кривой корректировался для новых медианных значений, чтобы построить кривые развития по показателю роста-возраста. Такое же степенное преобразование возраста применялось к растяжению возрастной шкалы для каждого пола до включения кубических сплайнов и построения их соответствующих кривых развития. Кривые развития мальчиков требовали модели с более высокими степенями свободы, чтобы лучше приблизить значения медианы и коэффициента вариации. Данные для обоих полов следовали нормальному распределению.

Масса тела-возраст. Показатели массы тела лонгитюдных и перекрестных выборок были объединены без каких-либо корректировок, и была составлена единая модель для получения одного непрерывного набора кривых, представляющих собой стандартный показатель массы тела-возраста для каждого пола. Такое же степенное преобразование применялось к возрастам как мальчиков, так и девочек до заполнения модели построения кривых. Данные о массе тела для обоих полов были асимметричными, так что при построении модели параметр, связанный с асимметричностью, был включен в добавление к медианному и аппроксимативному коэффициенту вариации. При моделировании асимметрии кривые для девочек требовали большую степень свободы, чтобы построить кривую для этого параметра.

Масса тела-длина тела/рост. Процедура построения стандартов массы тела-длины тела (45-110 см) и массы тела-роста (65-120 см) была сходной с процедурой, примененной для построения стандартов для длины тела/роста-возраста. То есть для построения одной модели к перекрестным значениям роста добавлялось значение 0,7 см, а после построения модели центильные кривые массы тела-длины тела в интервале длины от 65,7 см до 120,7 см сдвигались вниз на 0,7 см, чтобы получить стандарты массы тела-роста, соответствующие диапазону роста от 65 см до 120 см. Нижний предел стандартов массы тела-длины тела (45 см) был выбран для охвата значения в приблизительно - 2 стандартного отклонения длины тела девочек при рождении. На верхний предел стандартов массы тела-роста повлияла необходимость учесть самых высоких детей в возрасте 60 месяцев, то есть 120 см отражает стандартное отклонение роста-возраста мальчиков в возрасте 60 месяцев приблизительно на +2. Наложение между верхним концом стандартов массы тела-длины тела и нижним концом стандартов массы тела-роста предусмотрено для облегчения их применения к сильно истощенным популяциям и в чрезвычайных ситуациях.

Нет свидетельств того, что для построения стандартов массы тела-длины тела/роста необходимо преобразование длины тела/роста, подобное описанному для возраста. Моделирование медианных и дисперсионных кривых происходило в соответствии с той же процедурой, которая описана для первых двух стандартов. Результаты, полученные из окончательной модели для показателя массы тела-длины тела/роста девочек, свидетельствовали о необходимости изучить возможные улучшения в кривых путем моделирования эксцесса. Однако корректировка на эксцесс оказала незначительное влияние на окончательные центили. Поэтому, учитывая, что моделирование четвертого параметра увеличит сложность применения стандартов и создаст несоответствие между

полами, окончательные кривые были построены без корректировки на эксцесс. Степени свободы для медианных и дисперсионных кривых варьировались между стандартами для мальчиков и для девочек. Тот факт, что показатель массы тела-длины тела/роста сочетает различные скорости для двух соответствующих измерений (массы тела и длины тела/роста) при налагающихся возрастах, вероятно, объясняет незначительное различие в окончательных стандартах ВОЗ (как для мальчиков, так и для девочек) и также наблюдается в других справочных показателях.

Индекс массы тела-возраст. Индекс массы тела представляет собой отношение *массы тела (в кг) к длине тела в положении лежа или росту в положении стоя (в м²)*. Для учета разницы между длиной тела и ростом подход, примененный для построения стандартов ИМТ-возраста, отличался от подхода, описанного в отношении длины тела/роста-возраста. Поскольку ИМТ представляет собой отношение, в знаменателе которого ставится квадрат длины или роста, добавление 0,7 см к значениям роста и обратное их преобразование после включения было невозможным. Было принято решение построить стандарты для детей более раннего и более старшего возраста отдельно на основе двух групп данных с перекрывающимися диапазонами возрастов младше и старше 24 месяцев. Для построения стандарта ИМТ-возраста на основе длины тела (0-2 года), данные о длине тела в лонгитюдной выборке и данные о росте в перекрестной выборке (18-33 месяцев) были объединены после добавления 0,7 см к значениям роста. Аналогично этому для построения стандарта от 2 до 5 лет данные о росте из перекрестной выборки плюс данные о длине тела лонгитюдной выборки (18-24 месяца) были объединены после вычета 0,7 см из значений длины тела. Таким образом, общая группа данных для возраста от 18 до 30 месяцев была использована для составления стандартов ИМТ для детей более раннего и более старшего возраста. Полученные в результате разделения между этими двумя стандартами по сути отражают разницу в 0,7 см между длиной тела и ростом. Однако это не означает, что ребенок в конкретном возрасте будет иметь один и тот же показатель ИМТ-возраста, основанный на длине тела и росте, так как это математически невозможно из-за самого характера отношения ИМТ.

До построения кривых ИМТ-возраста, основанных на длине тела, потребовалось степенное преобразование возраста, как описано для других стандартов, основанных на возрасте. Подобное преобразование не понадобилось для ИМТ-возраста, основанного на росте. Стандартные показатели ВОЗ ИМТ-возраста, основанные на длине тела и росте, не накладываются друг на друга, то есть интервал, основанный на длине, заканчивается на 730 дне, а интервал, основанный на росте, начинается в 731 день. Включение кубических сплайнов было осуществлено с помощью переменных степеней свободы для стандартов, основанных на длине тела, в противоположность стандартам, основанным на росте, а также для окончательных кривых для мальчиков, в противоположность кривым для девочек.

Технические аспекты стандартов. Методы построения стандартных показателей ВОЗ, как правило, использовали степенной экспоненциальный метод преобразования Бокса-Кокса, а окончательно выбранные модели были упрощены до модели LMS. В результате этого подсчет перцентилей и z-преобразование для этих стандартов используют формулу, основанную на методе LMS. Однако на все показатели было наложено ограничение, чтобы дать возможность получить перцентили только в интервале,

соответствующем z-преобразованию между -3 и 3. Обоснованием этого является то, что перцентили за пределами ± 3 стандартного отклонения (СО) инвариантны к изменениям в эквивалентном z-преобразовании. Потеря, накапливающаяся в результате этого ограничения, является небольшой, так как диапазон охвата соответствует перцентильям от 0,135 до 99,865.

Показатели, основанные на массе тела, дают распределения с положительной асимметрией. При правильном моделировании эффектом положительной асимметрии является увеличение дистанций между положительными z-преобразованиями, которые постепенно увеличиваются по мере дальнейшего удаления от медианы, тогда как дистанции между отрицательными z-преобразованиями постепенно уменьшаются. Метод LMS адекватным образом включает асимметричные данные с помощью нормального распределения Бокса-Кокса, что довольно близко соответствует эмпирическим данным. Однако недостатком является то, что внешний хвост распределения подвержен сильному влиянию экстремальных точек данных, даже если их очень мало. Поэтому ограниченное применение метода LMS использовалось для построения показателей ВОЗ, основанных на массе тела, ограничившись нормальным распределением Бокса-Кокса для интервала, соответствующего z-преобразованиям, если были в наличии эмпирические данные (то есть между -3 СО и $+3$ СО). За этими пределами стандартное отклонение в каждом возрасте (или длине тела/росте) было зафиксировано на дистанции между ± 2 СО и ± 3 СО, соответственно. Этот подход дает возможность избежать предположений относительно распределения данных за пределами наблюдаемых значений.

Эпидемиологические аспекты стандартов. Как и ожидалось, имеются заметные различия со справочными данными НЦМС/ВОЗ, которые варьируются по возрасту, полу, антропометрическим показателям и конкретному перцентиллю или кривой z-преобразований. Различия являются особенно сильными в отношении детей грудного возраста. Задержка в развитии будет большей на протяжении всего детского периода, если она оценивается с помощью новых стандартов ВОЗ, по сравнению со справочными данными НЦМС/ВОЗ. Структура развития младенцев, вскармливаемых грудью, приведет к существенному увеличению распространенности пониженной массы тела в первую половину младенческого возраста и к последующему снижению. В отношении истощения основное различие относится к младенческому возрасту, когда коэффициенты распространенности истощения будут существенно выше, если пользоваться новыми стандартами ВОЗ. В отношении избыточной массы тела использование новых стандартов ВОЗ приведет к большей распространенности, которая будет варьироваться по возрасту, полу и нутриционному статусу изучаемой популяции.

Стандартные показатели развития, представленные в настоящем докладе, дают технически надежное средство, которое представляет собой наилучшее описание физиологического развития детей в возрасте до пяти лет. Эти стандарты показывают нормальное развитие в раннем детском возрасте в оптимальных окружающих условиях и могут быть использованы для оценки детей во всех местах, независимо от этнической принадлежности, социально-экономического статуса и вида кормления.