

# О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РОСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДЕТЕЙ ГРУДНОГО ВОЗРАСТА

Т.К. Федотова<sup>1</sup>, В.Е. Дерябин<sup>2</sup>, А.К. Горбачева<sup>1</sup>

<sup>1</sup> НИИ и Музей антропологии МГУ, Москва

<sup>2</sup> Кафедра антропологии биологического факультета МГУ, Москва

*На модели продольной выборки московских детей в возрасте от рождения до 12 месяцев 2009 года обследования рассматриваются специфические особенности роста в грудном периоде онтогенеза. Динамика увеличения основных показателей физического развития – длины и массы тела, обхватов головы и груди – соответствует росту с постепенно уменьшающимися к 12 месяцам приростами. Индивидуальные ростовые каналы, не связанные с обстоятельствами пренатального роста, начинают формироваться не ранее 4–5-месячного возраста. Устойчивость индивидуальной соматической специфики описывает существенный процент вариации размеров тела, однако меньше аналогичного свойства на интервале 3–17 лет.*

Ключевые слова: продольная выборка, дети 0–12 месяцев, индивидуальные ростовые каналы

## Введение

Грудной, или младенческий, период онтогенеза является столь же революционным по содержанию и «интригующим» по своей специфике, сколь и малоизученным [Безруких и др., 2000; Физиология роста..., 2007; Крайг, Бокум, 2005]. Бурный соматический рост, не имеющий аналогов во все последующие годы, сочетается с процессами активной морфофункциональной дифференцировки.

В числе важнейших морфофункциональных особенностей развития ребенка первого года жизни можно отметить следующие. На первом году активно развивается тоническая скелетная мускулатура. Однако масса скелетных мышц еще мала и они слабо обеспечены окислительными ферментами. В сроках моторного развития наблюдается большая изменчивость, которая обусловлена не только генетическими факторами, но и, в случае акцелерированного варианта развития, целенаправленным поощрением со стороны взрослых, т.е. стимулирующей семейно-культурной средой. Так, дети из некоторых гватемальских деревень, традиционно проводящие первый год жизни в тесных темных хижинах в отсутствии материнского внимания и достаточного питания, начинают ходить и осваивают прочие моторные

функции на первом году жизни на несколько месяцев позже всех контрольных точек развития. Очевидно, что в этом частном случае образ жизни оказывает явное ретардирующее влияние на моторное развитие грудных детей.

Первый год жизни знаменуется появлением первой генерации зубов. Согласно педиатрическим нормам физиологический возраст прорезывания первых молочных зубов составляет 5–7 мес., когда появляются два нижних резца. Однако в сроках прорезывания и даже последовательности появления молочных зубов наблюдается очень большое индивидуальное разнообразие, зафиксированное в значительном количестве публикаций. Возрастные физиологи, в данном случае предполагая действие неблагоприятных последствий экологических стрессов (например, приводящих к осложнениям беременности), часто даже переносят нормативные сроки прорезывания молочных зубов на более позднее время [Доронин и др., 1996].

Увеличение интенсивности основного обмена к концу первого года жизни приводит к тому, что его величины достигают максимальных значений в расчете на единицу массы тела за всю индивидуальную историю жизни. В младенчестве формируются основные терморегуляционные реакции организма – химическая и физическая.

Большинство желез внутренней секреции начинают функционировать еще до рождения, однако важнейшим пусковым механизмом для многочисленных процессов адаптации организма к новым условиям существования является естественный родовой стресс. Непрерывное увеличение процента родоразрешений с помощью кесарева сечения, связанное не в последнюю очередь с эпохальной тенденцией сужения тазового диаметра у современных рожениц, отрицательно сказывается на адаптивных возможностях новорождённых. На этапе молочного вскармливания резко увеличиваются размеры желудка, повышается его секреторная активность и подвижность. Переход на смешанное питание сопряжен с резкой активизацией секреции соляной кислоты и пепсиногена и существенным увеличением массы желудка за счет развития мышечного слоя. Со второго месяца жизни начинается стремительное лавинообразное увеличение количества синапсов в коре больших полушарий. Зрительная сенсорная система, важная в обеспечении контактов младенца с внешним миром, претерпевает существенные изменения в первом полугодии жизни.

Слабая степень морфологической дифференцированности и небольшая степень морфологической изменчивости определяют неизбежную у детей раннего возраста «однотипность» морфофункциональной дифференцировки. Только с момента завершения возрастного совершенствования системы поддержания внутренней среды, позволяющего говорить о преодолении зависимости от нее и достижении некоторого уровня автономности организма, наступающего примерно в возрасте 3 года, эта однотипность замещается пластичностью, предполагающей возможность расширения вариантов адаптации в процессе установления контактов с внешней средой.

В обзоре, посвященном росту детей в первые два года жизни, классик мировой ауксологии Дж. Таннер [Tanner, 1994] резюмирует биологическое содержание этого периода: вхождение в индивидуальную ростовую траекторию (канал развития), переход от преимущественно материнского контроля к самоконтролю, основанному на индивидуальной генетической программе, обеспечивающей гомеостаз. Поиск индивидуальной траектории может носить характер компенсаторного роста, «выравнивающего» условия пренатального развития и преодолевающего последствия неблагоприятных условий внутриутробного роста, по типу catch-up / catch-down. Важнейшим маркером компенсаторного роста, возможно, более информативным, чем длина и масса тела, являются жировые складки. В отличие от скелетно-мышечных

размеров тела, имеющих на этом возрастном интервале монотонный характер роста с постепенно убывающей интенсивностью, динамика как собственно жировых складок, так и общего количества жира, оцененного в виде процента от массы тела, имеет специфический характер. От момента рождения до 3 месяцев происходит «взрывной» рост, сменяющийся в возрасте 3–6 месяцев более плавным увеличением с достижением максимума в 6 месяцев, после чего наблюдается выраженное торможение прироста на интервале от 9 до 12 месяцев. Немногие исключения из этой схемы состоят в том, что достижение пика приростов в некоторых группах детей приходится на 3 месяца, что, вероятнее всего, связано с ранним переходом в этих выборках от грудного кормления к искусственному, уступающего по качеству грудному молоку.

Генетическая программа развития человека представляет собой сложнейший алгоритм, для актуализации которого необходима специфическая и разнообразная структура факторов внешней среды. Размеры тела новорождённого не являются еще отражением индивидуального генетического потенциала, и по данным генетических исследований генетический статус не имеет фенотипического проявления в формировании показателей физического развития ребенка, устанавливаемого на достоверном уровне [Воронина, 2001]. Корреляции генетических маркеров с показателями физического развития новорожденных не превышают уровня 0.02–0.14 при критическом 5% уровне 0.18. То же относится к динамике фенотипической изменчивости длины и массы тела у детей первого года жизни по данным близнецовых исследований [Иванов, Лильин, 1982]. Вклад генетической детерминанты (показатель Хольцингера) в фенотипическую изменчивость веса колеблется в пределах всего лишь 0.11–0.51 на различных этапах и имеет особенности варьирования по полу. Аналогичный вклад для роста в среднем имеет большую величину по сравнению с весом и более выражен у девочек, но только на интервале от рождения до 3 месяцев. Здесь значения этого показателя имеют значения 0.73–0.69, существенно падая в дальнейшем до уровней 0.17–0.22.

Наибольший вклад в размеры тела новорождённого согласно итогам исследований, выполненных на системном численно представительном материале, вносят конституциональные особенности материнского организма (материнский фактор) – масса тела и величина тазогребневого диаметра [Никитюк, 1972; Chrzastek-Spruch, 1996; Siniarska et al., 2000; Крикун, 2006], а также патология беременности и экстрагенитальная патология матери [Чеснис, 1970]. Так, по материалам

комплексного обследования 2600 рожениц и их детей, проведенного в г. Кургане с 1989 по 2008 г. [Магеладзе и др., 2009], выявлено непрерывное уменьшение длины тела и обхвата головы новорожденных в сочетании со снижением показателя функциональной зрелости Апгар на фоне достоверного уменьшения размеров таза рожениц (для дистанции трохантерика – на 3.1 см и наружной конъюгаты – на 2.1 см). Реализация генетического потенциала на достоверном уровне достигается постепенно в течение первого года жизни, но соматическое развитие и биологический возраст детей в этом периоде в значительной степени определяются условиями микросоциальной среды – уходом, бытовыми условиями, бюджетом и составом семьи, характером вскармливания, уровнем образования и возрастом родителей. Стимулирующая и организующая семейная социокультурная среда способствуют акцелерации роста и развития, тогда как «разреженная» среда определяет задержку ростовых процессов. Различия в темпах развития между детьми с наиболее и наименее благоприятными комбинациями семейных условий (образования и уровня доходов родителей, жилищных условий) у мальчиков выражены заметно сильнее, чем у девочек, у последних резистентность к условиям внешней среды оказывается большей [Боухолова, Герилова, 1981].

Материальная обеспеченность сама по себе, в частности, в отсутствие высокого образовательного статуса родителей, не является акцелерирующим развитием детей фактором [Магеладзе и др., 2009]. Отцовский фактор вступает в силу к концу раннего онтогенеза – длина тела отца коррелирует с длиной тела детей только после трехлетнего возраста. Этот факт можно считать косвенным указанием на то, что к этому времени генетический потенциал ребенка проявляется достаточно ясно на фенотипическом уровне. Сила и направленность действия генетической детерминанты в изменчивости фенотипа детей первого года жизни имеет свои особенности реализации в зависимости от пола, этапа онтогенеза и отражает сложность и динамизм взаимодействия генетической программы развития новорожденного на этапах его адаптации к новым условиям существования вне среды материнского организма. Результатом взаимодействия наследственных факторов и факторов среды являются типы кривых роста [Чеснис и др., 1973], полученные для выборки литовских детей 1-го года, обследованной лонгитудинальным методом. Так, быстрые темпы прироста длины и массы тела характерны для низкорослых новорожденных высоких родителей. Медленный вариант роста характерен для новорожденных с

большой стартовой длиной тела при низкорослых родителях, неблагоприятных условиях быта и повышенной частотой заболеваемости. В целом, высокие показатели длины и массы тела (более 75%) имеют в возрасте до года дети высокорослых родителей на фоне хороших бытовых условий вне зависимости от возраста родителей.

По некоторым данным в течение первого года жизни корреляция между длиной и массой тела при рождении и этими же показателями у растущего ребенка убывают от первого месяца к 11-му почти до нуля [Чеснис, 1971]. Наши эмпирические данные [Дерябин и др., 2005] описывают этот же процесс возрастной динамики уровней связей разных размеров тела с его длиной и массой при рождении на интервале от 0 до 3 лет.

Редкие лонгитудинальные исследования детей младенческого возраста являются, по-видимому, более чувствительным инструментом для оценки динамики размеров тела, фиксируя закономерности, недоступные поперечному методу. Так, в исследовании Р.Дундовой и М. Лоловой [1971] выявлены минимальные приросты (вплоть до отрицательных значений) массы тела и связанных с ней окружностей голени и плеча в 10–11 месяцев. Интенсивность ростовых изменений размеров тела убывает в порядке длина тела – длина ноги – рост сидя – масса тела. В то же время акромиальный и тазовый диаметры имеют на всем рассматриваемом отрезке онтогенеза наиболее плавный и равномерный рост. Такое своеобразие ростовой динамики свидетельствует, по-видимому, о неоднородности периода онтогенеза, именуемого младенческим, или грудным. Еще одним подтверждением этого тезиса является работа по изучению пропорций тела у младенцев [Чучукало, 1929]. Автор заключает, что пропорции тела меняются столь резко на протяжении младенческого возраста, что рассматривать первый год жизни как единое целое ошибочно и следует разбивать его хотя бы по триместрам. На изменение пропорций вследствие гетеродинамии роста на первом году обращает особое внимание Г. Чеснис [1970], отмечая, в частности, тесную связь величины обхватов конечностей с массой тела при полном отсутствии подобных корреляций с его длиной, вследствие чего обхваты плеча и голени могут служить индикаторами упитанности.

А. Хазанова [1976] проиллюстрировала на грудных детях гипотезу К. Конрада о существовании двух полярных типов онтогенеза. Первый из них предполагает ускоренное (пропульсивное) индивидуальное развитие в первые годы жизни в сочетании с его замедлением в предпубертатном и пубертатном периоде, второй (консерва-

тивный) – обратную картину. Замедленное моторное развитие и более позднее прорезывание зубов на первом году жизни имеют мальчики и в меньшей степени девочки мышечного типа, наиболее акцелерированные в пубертатном периоде. В то же время мальчики торакального типа раньше других детей начинают держать голову, переворачиваться со спины на живот, ползать, самостоятельно сидеть и ходить. Автор обращает внимание на то, что морфологическая структура выборки грудных детей, в частности, распределение типов телосложения, значительно отличается от аналогичной картины у детей более позднего возраста, например, 6-летнего, что связано, по видимому, с более слабой степенью дифференцированности скелетной, мускульной и жировой систем младенцев.

В настоящем исследовании рассматриваются вопросы формирования межиндивидуального разнообразия у детей первого года жизни: описание общей картины роста на возрастном интервале от рождения до 12 месяцев (анализ помесячной динамики основных показателей физического развития – длины и массы тела, обхватов головы и груди); изучение степени устойчивости структуры внутригруппового распределения рассматриваемых признаков у грудных детей. Такая устойчивость понималась как степень постоянства места, занимаемого в распределении своих сверстников отдельными детьми, в чем проявляется стабильность индивидуальных траекторий роста в течение всего грудного периода; анализ структуры факторов, определяющих межиндивидуальное разнообразие в темпах роста и развития грудных детей.

### Материалы и методы

Материал исследования был собран в январе-мае 2009 года на базе детской поликлиники № 136 микрорайона Марьино Юго-Восточного округа г. Москвы. Выборка представляет собой продольный массив данных, собранный ретроспективным методом. Программа обследования включала 72 показателя, из числа которых в настоящее исследование включены следующие позиции. 1. Размеры тела ребенка в возрасте 1 год: длина и масса тела, обхваты головы и груди. 2. Основные показатели физического развития (длина и масса тела, обхваты головы и груди) по месяцам с рождения до 1 года по данным диспансеризаций.

Следует заметить, что полнокомплектные данные по ежемесячным значениям размеров

тела детей на всем интервале наблюдения от момента рождения до 1 года имелись только для части обследованной выборки, поскольку не все грудники ежемесячно проходят диспансеризацию, а обхваты головы и груди как правило измеряются у новорожденных и в возрасте 3, 6, и 9 месяцев. Поэтому настоящее исследование не является чисто лонгитудинальным, но включает также элементы обычного поперечного метода наблюдений. Биометрические методы анализа данных упоминаются по ходу изложения материала. Полное и подробное их описание приведено в монографии «Ростовые процессы у детей грудного возраста» [Дерябин и др., 2009], которая легла в основу этой статьи.

### Результаты и обсуждение

Значения средних арифметических величин рассматриваемых размеров тела, полученных для описанной выше выборки детей, приведены в таблице 1 и представлены на рисунке 1. Размещенные здесь данные позволяют получить ряды динамики средних арифметических величин, сравнительный анализ которых для разных признаков окажется затруднительным и фактически, как это обычно и практикуется, сведется к простому описанию того, на какую величину за тот или иной промежуток времени изменилась средняя арифметическая какого-либо признака. Однако такой подход принципиально не позволяет оценивать сравнительную интенсивность ростовых процессов для разных размеров тела, так как они могут иметь разные единицы измерений, абсолютные средние уровни и величины вариации.

В настоящей работе использован метод вычисления скоростей изменений величин размеров тела и накопленных уровней этих скоростей, основанный на дивергенции Кульбака [1967] и подробно описанный в монографии «Ростовые процессы у детей грудного возраста» [Дерябин и др., 2009]. Вычисления осуществлялись с использованием специально написанной В.Е. Дерябиным [2004] для MS-DOS компьютерной программы CULBAK. Эта методика и результаты ее применения изложены также в наших предыдущих исследованиях результатов продольных наблюдений над детьми 3–7 лет [Дерябин и др., 2004]. Итоги аналогичного использования этой методики для изучения динамики интегративных показателей телосложения, биометрически являющихся главными компонентами, содержится в другой публикации [Дерябин, 2005].

**Таблица 1. Средние арифметические величины (M), средние квадратические отклонения (S) и количества наблюдений (N) антропометрических признаков у грудных детей г. Москвы по данным обследования 2009 г.**

Признаки	Мальчики			Девочки		
	N	M	S	N	M	S
<b>Длина тела (мм)</b>						
При рождении	122	518.0	22.8	130	513.5	20.0
1 месяц	99	550.4	21.5	109	543.2	16.6
2 месяца	87	584.5	22.5	104	576.6	17.7
3 месяца	86	618.4	22.4	105	606.4	20.9
4 месяца	72	645.4	22.3	87	632.0	19.9
5 месяцев	72	668.8	23.5	68	658.0	18.8
6 месяцев	66	689.5	23.0	64	676.2	18.7
7 месяцев	52	703.1	25.8	55	688.3	20.5
8 месяцев	50	718.3	27.9	50	707.3	21.9
9 месяцев	39	727.4	22.7	43	722.0	21.3
10 месяцев	28	744.1	28.1	38	735.1	28.7
11 месяцев	30	763.3	24.4	32	748.1	26.2
12 месяцев	41	781.3	28.2	44	771.2	26.1
<b>Масса тела (г)</b>						
При рождении	124	3481.1	424.0	130	3346.6	429.8
1 месяц	100	4407.5	605.6	103	4234.0	470.8
2 месяца	88	5557.4	584.1	86	5145.8	553.3
3 месяца	87	6402.7	731.3	98	5940.1	667.8
4 месяца	71	7061.7	771.6	72	6605.8	826.0
5 месяцев	72	7631.0	780.3	68	7264.9	813.5
6 месяцев	66	8212.8	956.5	64	7703.7	805.8
7 месяцев	52	8625.2	962.2	55	8094.1	829.9
8 месяцев	51	9063.6	992.9	53	8555.9	904.7
9 месяцев	38	9124.6	1000.1	44	8923.4	919.2
10 месяцев	28	9587.0	1178.1	38	9250.0	925.7
11 месяцев	30	9918.6	1097.1	33	9716.9	974.4
12 месяцев	40	10498.7	1266.7	44	10175.2	1037.4
<b>Обхват головы (мм)</b>						
При рождении	73	349.6	14.3	72	344.0	15.5
1 месяц	70	372.2	17.4	72	366.1	12.3
3 месяца	66	407.5	11.6	77	397.4	13.9
6 месяцев	43	437.3	12.3	44	424.5	10.1
9 месяцев	20	451.5	13.9	32	441.0	11.1
12 месяцев	26	468.6	9.7	29	456.2	14.4
<b>Обхват груди (мм)</b>						
При рождении	71	341.4	15.9	72	336.1	18.8
1 месяц	69	368.1	19.6	72	362.1	15.7
3 месяца	66	414.1	18.0	77	399.9	20.5
6 месяцев	43	450.1	21.0	44	435.9	19.7
9 месяцев	20	457.5	15.9	31	451.4	17.2
12 месяцев	26	484.2	17.1	29	471.3	19.0

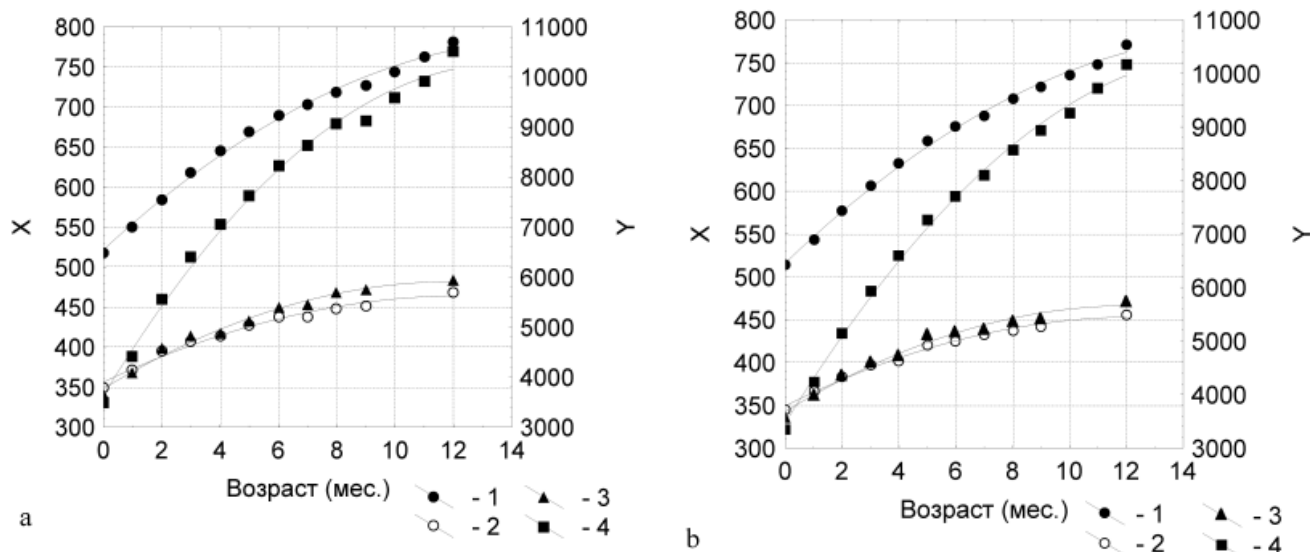


Рис. 1. Ряды динамики длины тела (1), обхватов головы (2) и груди (3), массы тела (4) у мальчиков (а) и девочек (б) от рождения до 12 месяцев. Первые три признака выражены в миллиметрах и представлены на оси X, масса тела выражена в граммах и приведена на оси Y. Для сглаживания рядов использована квадратическая парабола

Значения накопленных уровней нормированных скоростей для разных признаков получены по результатам продольно-поперечных исследований. Это обстоятельство, так же как и сравнительно небольшое количество наблюдений в отдельных возрастных группах мальчиков и девочек, должно привести к тому, что эмпирически найденные ряды динамики будут несколько искажены различного рода статистическими случайностями. В какой-то мере устранение значительной части таких искажений может быть достигнуто сглаживанием исходных рядов. Для этой цели применялась аналитическая процедура подбора подходящей полиномиальной гладкой модельной кривой, находимой по методу наименьших квадратов. Итоговые результаты такого сглаживания с использованием квадратической параболы для рядов накопленных уровней нормированных скоростей для разных признаков приведены на рисунке 2.

Для рассматриваемых размеров тела динамика их средних значений (рис. 1) и накопленных уровней нормированных скоростей (рис. 2) демонстрирует картину, соответствующую росту с постепенно уменьшающимися приростами. Эти результаты хорошо соответствуют картине, получаемой при проведении продольных наблюдений над детьми дошкольного возраста (обзоры: Johnston, 1978; Tanner, 1994).

Так, на рисунках 2 и 3 можно видеть, что мальчики и девочки на интервале от момента рождения и до 4-х месяцев демонстрируют чрезвычайно высокий ежемесячный темп увеличения дли-

ны и массы тела, который оказывается в среднем около 1.5 величины среднего квадратического отклонения этих признаков на рассматриваемом временном отрезке. В результате к возрасту 4 месяца два этих тотальных размера тела увеличиваются до уровня 6 этих «сигм» по сравнению с базовым уровнем новорожденных детей. Особенно велик этот ежемесячный темп роста в возрасте до 2-х месяцев, когда его средняя величина близка к 2 внутригрупповым «сигмам». Для наглядности можно заметить, что у взрослых людей различия в 2 средних квадратических отклонения по длине тела составили бы примерно 11–12 см! Для обхватов головы и груди (рис. 2) аналогичные нормированные величины оказываются лишь немногим меньше. Так, к 4 месяцам суммарные нормированные значения их приростов близки к 4 величинам внутригруппового среднего квадратического отклонения.

Во второй половине грудного периода интенсивность ростовых процессов рассматриваемых признаков, оставаясь весьма высокой, все же несколько уменьшается (рис. 3). В результате в 12 месяцев длина тела увеличивается по сравнению с уровнем новорожденных детей на 11–13 внутригрупповых «сигм». Для массы тела аналогичное итоговое увеличение составляет около 10 средних квадратических отклонений, а для обхватов головы и груди – 7–9 «сигм».

Все эти результаты неплохо соответствуют аналогичным итогам изучения интенсивности ростовых процессов детей раннего возраста г. Моск-

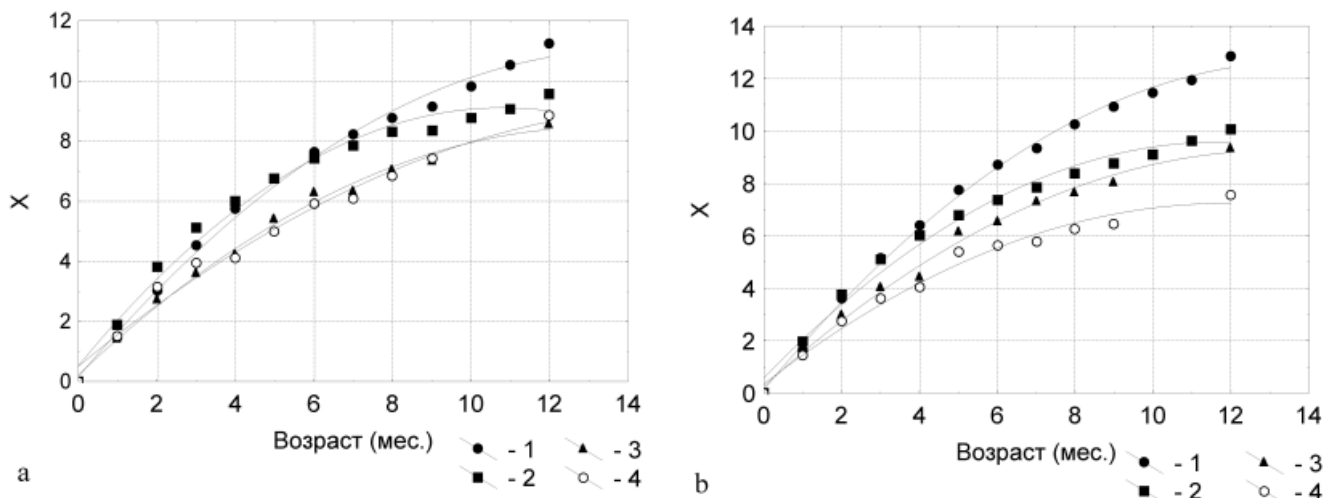


Рис. 2. Нормированные ряды динамики длины (1) и массы (2) тела, обхватов головы (3) и груди (4) у мальчиков (а) и девочек (б) от рождения до 12 месяцев. Для сглаживания рядов использована квадратическая парабола

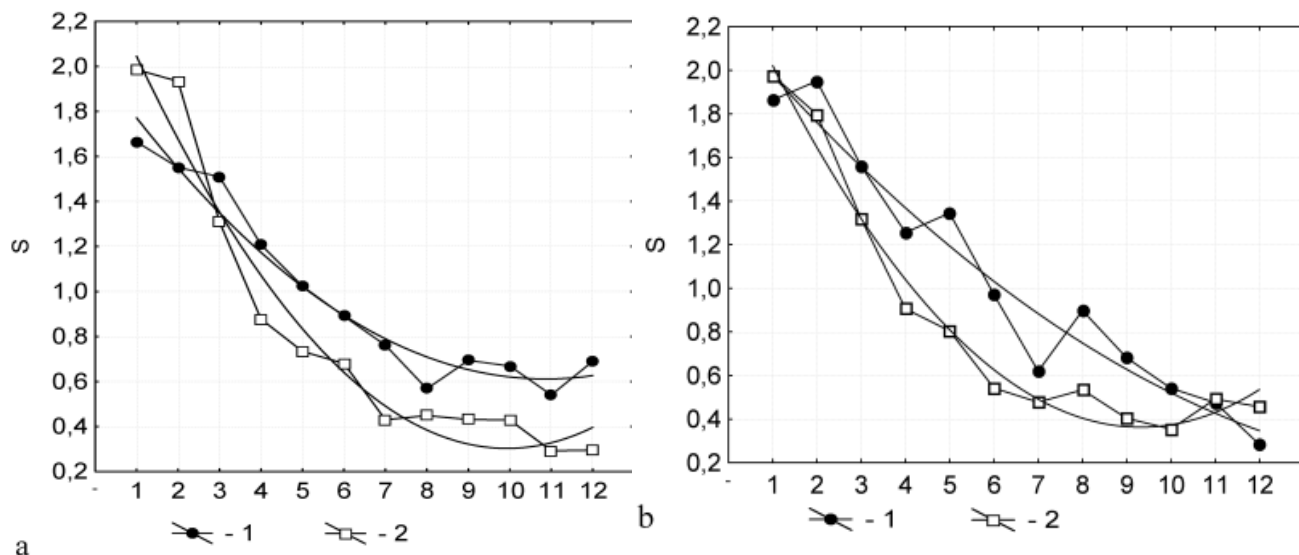


Рис. 3. Динамика нормированных ежемесячных приростов длины (1) и массы (2) тела у мальчиков (а) и девочек (б) от рождения до 12 месяцев. Для сглаживания рядов использована квадратическая парабола

вы 1970-х гг. [Дерябин и др., 2005]. Некоторые различия в итогах двух рассмотрений могут быть объяснены тем, что более ранняя выборка была получена методом поперечного наблюдения, и число случаев в отдельных месячных группах не превышало 20–40. В течение раннего детства нормированные приросты постепенно, но довольно значительно уменьшают свою величину. Так, в течение второго года жизни длина тела увеличивается всего лишь примерно на 4 значения своей внутригрупповой «сигмы», а от 2 до 3 лет – на 2 средних квадратических отклонения [Дерябин и др., 2005]. В конце первого детства на интервале

от 6 до 7 лет ежегодный прирост длины тела падает до величины одной «сигмы» [Дерябин и др., 2004]. Для массы тела наблюдается аналогичный процесс. Так, на втором году жизни этот признак увеличивается только на 2.5–3 своего среднего квадратического отклонения, а на третьем – на одну величину «сигмы» [Дерябин и др., 2005]. В возрасте от 6 до 7 лет нормированный прирост массы тела уменьшается уже до уровня 0.6–0.7 [Дерябин и др., 2004].

Следует заметить, что модельная кривая, сглаживающая динамику нормированных ежемесячных приростов массы тела (рис. 3), в конце

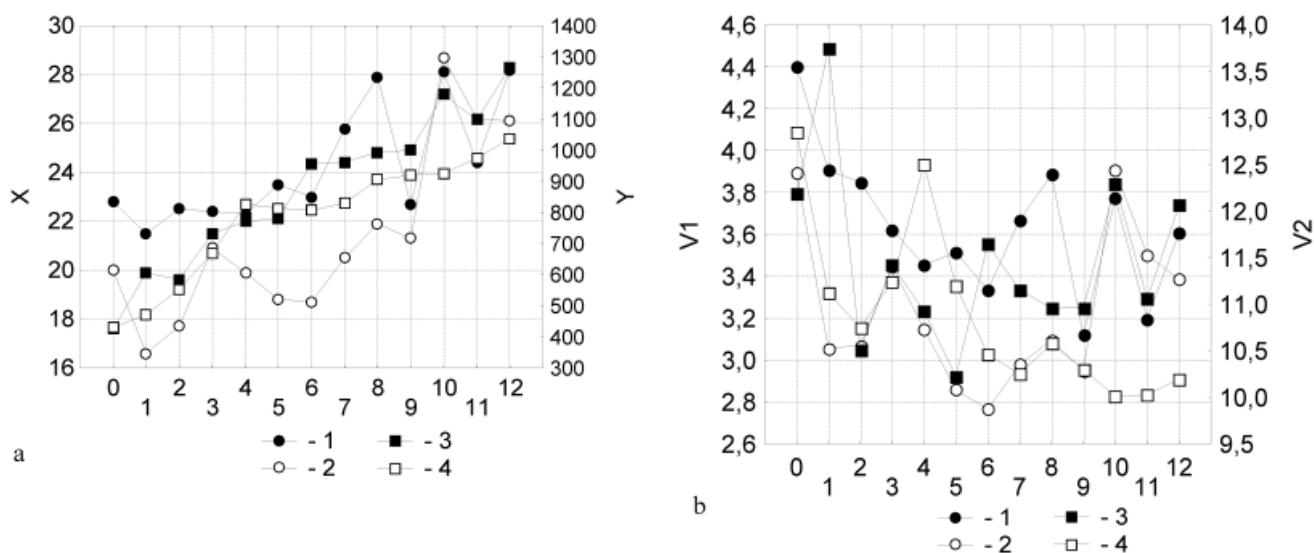


Рис. 4. Возрастные изменения величин средних квадратических отклонений (а) и коэффициентов вариации (б) у детей грудного возраста. Вдоль вертикальных осей отложены значения средних квадратических отклонений длины (X в миллиметрах) и массы (Y в граммах) тела, коэффициентов вариации (в %) этих признаков (V1 и V2 соответственно). Обозначения линий динамики: 1 и 3 – мальчики, 2 и 4 – девочки, 1 и 2 – длина тела, 3 и 4 – масса тела

грудного периода как будто бы демонстрирует некоторое ускорение ростовых процессов этого признака. В действительности здесь мы скорее имеем дело с тем простым обстоятельством, что поведение теоретических линий регрессии именно на краях сглаживаемых рядов очень часто является наименее надежным. Поэтому можно сказать, что в течение грудного возраста наблюдается постепенное уменьшение скорости ростовых процессов рассматриваемых признаков, хотя их общий уровень оказывается весьма высоким.

Возрастная динамика показателей вариации в течение грудного периода рассматривалась только для длины и массы тела (рис. 4), что было связано с небольшим числом наблюдений для некоторых групп по обхватам головы и груди. Значения средних квадратических отклонений (рис. 4а) обнаруживают увеличение с возрастом своего уровня, что наблюдается для каждого тотального размера тела у мальчиков и девочек. Одной из причин этого явления может быть значительное увеличение общей величины этих признаков. Действительно, значения коэффициентов вариации, свободные от абсолютных значений размеров тела, демонстрируют скорее уменьшение своих уровней (рис. 4б).

Последний эффект может быть объяснен сочетанием очень высоких темпов ростовых процессов признаков и естественно существующей в любой однородной по хронологическому возраст-

ту группе детей вариации уровня биологической зрелости. При этом более быстро растущие дети во всех возрастных группах должны отличаться и большими размерами тела, тогда как замедленно развивающиеся младенцы будут демонстрировать обратную картину. Такая вариация значений признаков окажется тем большей, чем более высокие темпы роста наблюдаются на данном возрастном отрезке. В связи с постепенным уменьшением приростов размеров тела, наблюдающимся в течение грудного периода, уровень их относительной изменчивости также должен заметно падать, что и наблюдается для значений коэффициентов вариации. И эти результаты неплохо соответствуют аналогичным итогам изучения детей грудного возраста г. Москвы 1970-х гг., обследованных с применением метода поперечных наблюдений [Дерябин и др., 2005].

Следует заметить, что в рассматриваемых нами возрастных изменениях уровней средних квадратических отклонений размеров тела не обнаружился известный из литературы [Tanner, 1994] любопытный эффект, который проявляется в уменьшении среднего квадратического отклонения длины тела в период от момента рождения до возраста 2–4 месяцев, сменяющийся затем положительной динамикой этого показателя. Вероятно, такие тонкие детали могут быть выявлены лишь по данным продольных наблюдений, включающих большие численности материалов.



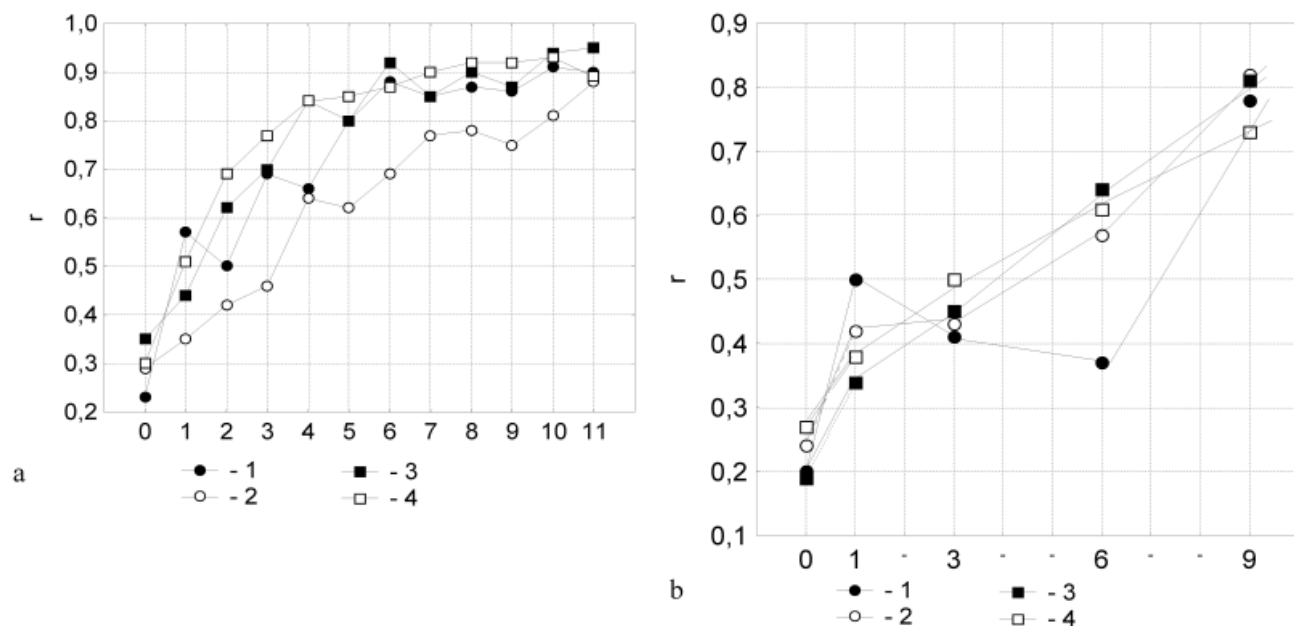


Рис. 5. Значения коэффициентов Т-корреляции ( $r$ ), найденные для размеров тела, измеренных в 12 месяцев и в разном возрасте грудного периода.

Обозначения признаков: рисунок (а) 1, 2 – длина тела, 3, 4 – масса тела, рисунок (б) 1, 2 – обхват головы, 3, 4 – обхват груди.

Для двух рисунков линии 1 и 3 соответствуют мальчикам, 2 и 4 – девочкам

Для изучения степени устойчивости структуры межиндивидуальных распределений размеров тела были вычислены коэффициенты корреляции каждого признака для разных парных сочетаний моментов времени. В дальнейшем для определенности они будут называться Т-корреляциями. Большие их значения близкие к 1 соответствуют высокой устойчивости такой структуры и стабильности морфологического статуса большинства детей, сохранившейся за прошедшее время. Анализ величин Т-корреляций, вычисленных для момента рождения и возраста 1, 2, ... 12 месяцев для длины и массы тела, а также обхватов головы и груди в шести возрастных точках свидетельствует, во-первых, что для соседних моментов времени Т-корреляции, в целом имеют большие значения, чем для разделенных промежутком в несколько месяцев. Так, в первом случае, например, для длины и массы тела наблюдаются высокие значения 0.7–0.9, тогда как во второй ситуации характерны величины 0.3–0.6.

Во-вторых, структура межиндивидуальных распределений массы тела, характерная для конца грудного периода, в целом, устанавливается примерно к возрасту 4–5 месяцев, так как именно с этого времени значения Т-корреляций с вариацией в 12 месяцев (рис. 5) достигают высоких зна-

чений 0.8–0.9. Для длины тела этот момент, видимо, наступает позже на 1–2 месяца.

В-третьих, для Т-корреляций, найденных у значений размеров тела, измеренных у новорожденных и у этих же детей, обследованных несколькими месяцами позже, наблюдаются наименьшие уровни тесноты связей, имеющие значения 0.7–0.3 (рис. 6). Здесь можно видеть, что у длины и массы тела примерно с 5 месяцев значения Т-корреляций распределений признаков с вариацией у новорожденных детей падают до невысокого уровня 0.5, после чего они продолжают постепенно уменьшаться до величины около 0.3.

Последний эффект, по-видимому, можно связать с тем обстоятельством, что в конце пренатального периода рост плода заметно замедляется, что может быть связано с ограниченностью размеров матки и родовых путей матери [Tanner, 1978]. После родов, когда эти ограничения перестают действовать, наблюдается заметное ускорение ростовых процессов. В результате начинает формироваться несколько иная структура межиндивидуальной вариации размеров тела, меньше связанная с событиями пренатального развития и больше определяемая генетическими и средовыми факторами, контролирующими рост самого ребенка. Как можно видеть на рисунке 5, такие

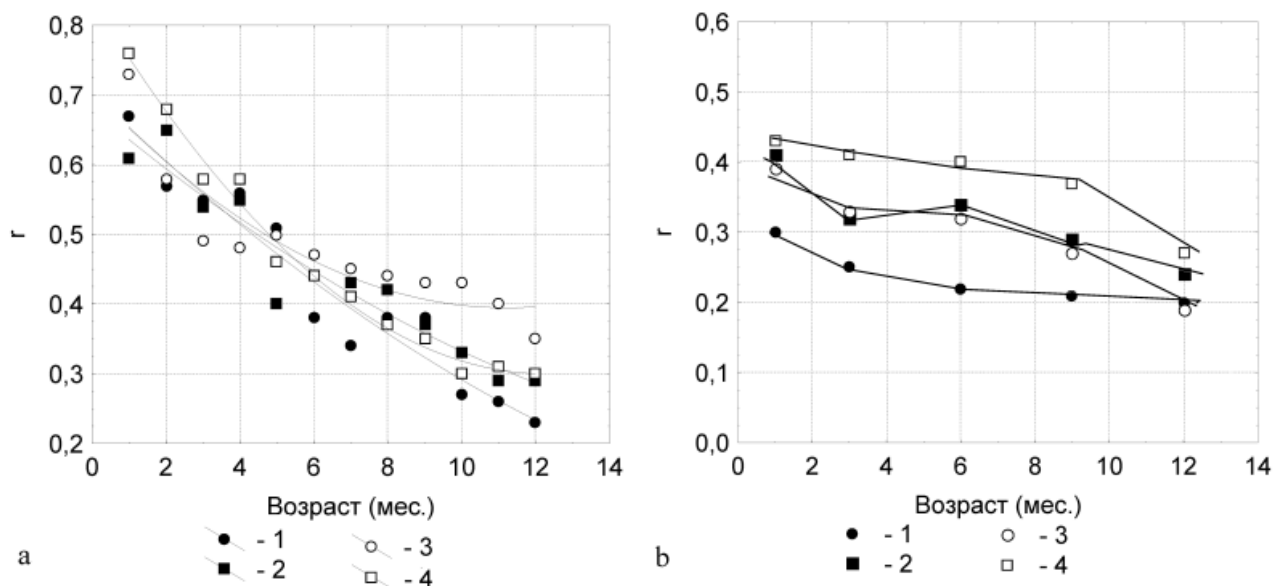


Рис. 6. Значения коэффициентов Т-корреляции ( $r$ ), найденные для размеров тела, измеренных при рождении и в разном возрасте грудного периода.  
 Обозначения признаков: рисунок (а) 1, 2 – длина тела, 3, 4 – масса тела, рисунок (б) 1, 2 – обхват головы, 3, 4 – обхват груди.  
 Для двух рисунков линии 1 и 3 соответствуют мальчикам, 2 и 4 – девочкам

новые закономерности вариации начинают складываться примерно к 5–6 месяцам грудного периода.

Изложенное выше в полной мере относится к вариации длины и массы тела. Сходные явления характерны и для обхватов головы и груди (рис. 5–6). Правда, для этих признаков они проявляются менее отчетливо, и значения Т-корреляций для них оказываются несколько меньшими. Нам представляется наиболее вероятным, что основной причиной здесь является меньшее число наблюдений, которым мы располагали для обхватов головы и груди, что также не позволило найти соответствующие коэффициенты Т-корреляций для всех помесечных точек грудного периода.

Наборы коэффициентов корреляций послужили основой для проведения Т-факторного анализа. Методика также подробно описана в упомянутой выше монографии. В связи с тем, что вариация размеров тела новорождённых оказывается слабо связанной со структурой распределений признаков, наблюдающейся позже, рассмотрению подвергались возрастные группы от 1 до 12 месяцев. При выделении главных компонент для его проведения по графическому критерию отсеивания Кеттела [Иберла, 1980, Дерябин, 2008] было найдено, что для изучаемых соматических призна-

ков следует рассматривать только первые два фактора, которые суммарно описывают 73–90% суммарной вариации разных признаков в 12 возрастных группах детей. Поэтому, для всех признаков рассматривались только первые два фактора.

Первый Т-фактор во всех случаях имеет генеральный характер, так как его нагрузки у всех признаков на все возрастные группы положительны и довольно велики (рис. 7–8), достигая уровня 0.8–0.9. Большие значения первого Т-фактора, найденного по любому рассматриваемому признаку, характерны для тех детей, у которых в течение всего интервала наблюдения 1–12 месяцев будет наблюдаться стабильно высокий уровень этого соматического показателя. Напротив, низкие величины этого Т-фактора будут соответствовать устойчивому на всем периоде наблюдений размещению ребенка в зоне малых величин признака. Такого рода интерпретация следует из факторных нагрузок. Ее также подтверждают и наглядные иллюстрации, когда для индивидов, имеющих очень большие или очень малые оценки первого Т-фактора, получались нормированные значения исходных признаков [Дерябин, Федотова, 2002; Дерябин и др., 2004, 2006].

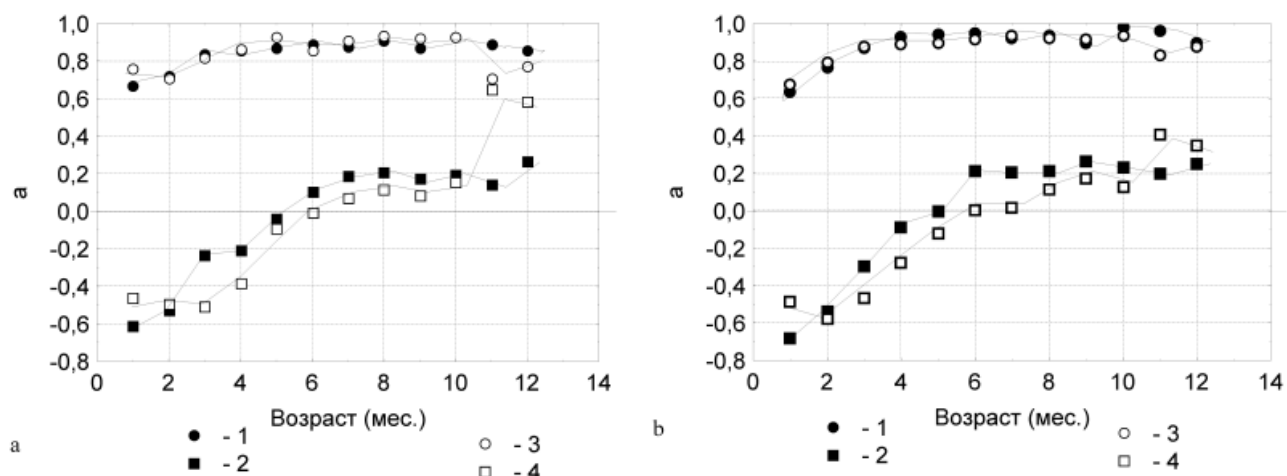


Рис. 7. Нагрузки (а) в разных месячных группах детей для длины (а) и массы тела (б) у мальчиков (1, 2) и девочек (3, 4) на первый (1, 3) и второй (2, 4) Т-факторы

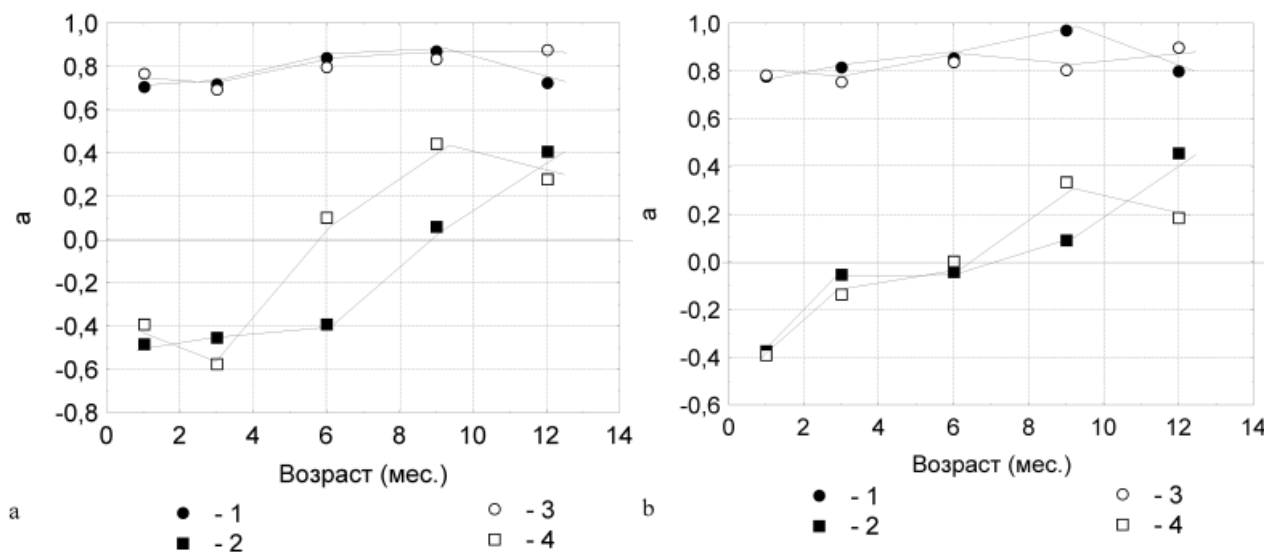


Рис. 8. Нагрузки (а) в разных месячных группах детей для обхватов головы (а) и груди (б) у мальчиков (1, 2) и девочек (3, 4) на первый (1, 3) и второй (2, 4) Т-факторы

Поэтому можно считать, что первый Т-фактор для всех рассматриваемых соматических свойств отражает стабильность структуры распределений признаков в разных возрастных точках и описывает устойчивость морфологического статуса у разных индивидов. Его факторная доля изменчивости для длины и массы тела у грудных мальчиков и девочек имеет весьма большую величину – 72–80%. Для обхватов головы и груди аналогичные оценки оказываются несколько меньшими и составляют 60–72%, что хорошо соответствует несколько меньшему уровню Т-корреляций, наблюдавшемуся для этих признаков. Таким об-

разом, можно сказать, что возрастная стабильность структуры распределений рассматриваемых размеров тела и устойчивость ростовых процессов у мальчиков и девочек грудного возраста очень велика и 60–80% закономерностей межиндивидуальной вариации сохраняется в течение всего грудного периода роста и развития.

При проведении аналогичного исследования устойчивости структуры распределений размеров тела у детей 3–7 лет по данным продольных наблюдений [Дерябин и др., 2004] для большинства признаков был также выделен первый Т-фактор, описывающий стабильный на рассматриваемом

возрастном интервале уровень этих показателей. Для длины и массы тела он описывал несколько большую долю вариации по сравнению с результатами, полученными для грудных детей. Так, для первого признака он учитывал 92–93% суммарной вариации, для второго – 89–90%. Аналогичные исследования, выполненные для детей 8–17 лет [Дерябин, Федотова, 2002; Дерябин и др., 2006], дали сходные результаты. Первый Т-фактор, отражающий стабильность структуры межиндивидуальных распределений длины и массы тела описывал 86–90% изменчивости первого признака и 82–89% -второго. Таким образом, у детей в возрасте первого и второго детства и подростков стабильность межиндивидуальной вариации размеров тела также проявляется в полной мере, но оказывается даже несколько большей по сравнению с младенцами, у которых устойчивые с возрастом черты вариации составляют 72–80%. Не исключено, что эти различия детей грудного периода по сравнению с мальчиками и девочками 3–17 лет связаны с тем, что для первых в вариации размеров тела могут в какой-то мере еще проявляться остаточные влияния недавних событий пренатального этапа онтогенеза, тогда как в более старших группах ростовые процессы осуществляются в рамках сформировавшихся каналов роста, поддерживаемых явлениями гомеорезиса.

Второй полученный Т-фактор у грудных детей описывает по сравнению с первым гораздо меньшую долю изменчивости признаков. Для длины и массы тела он учитывает 8–12% вариации этих признаков в разных помесечных группах мальчиков и девочек. Для обхватов головы и груди его факторные доли изменчивости равны 6–16%. Этот фактор биполярен, имеет нагрузки разного знака в разных месячных группах детей и выделяет, таким образом, две совокупности возрастных точек (рис.7–8). Смысл этого фактора оказывается весьма сходным для разных размеров тела. Нагрузки на этот фактор для длины и массы тела у детей 1–4 месяцев имеют отрицательные знаки и величину до 0.5–0.6. В возрастных группах детей 7–12 месяцев нагрузки меняют знак на положительный и имеют абсолютную величину до уровней 0.4–0.6. Для обхватов головы и груди наблюдается сходная картина.

Такой структуре нагрузок соответствует существование двух полярных вариантов динамики ростовых процессов, приводящих к постепенной перестройке структуры распределений признаков в течение всего грудного периода. Первый из них характеризуется малыми значениями второго Т-фактора. У таких детей в течение всего возрастного периода 1–12 месяцев должно наблюдаться

постепенное и сравнительно монотонное уменьшение нормированных значений признака. В результате, место, занимаемое ими в распределении признака, будет медленно смещаться в направлении меньших его величин. Таким образом, для этого варианта наблюдается некоторое стабильное уменьшение скорости ростовых процессов в течение всего грудного возраста по сравнению с основной массой детей.

Второй полярный вариант ростовых процессов, соответствует большим значениям второго Т-фактора. Его динамика характеризуется обратным направлением. Здесь в течение всего периода наблюдений происходит постепенное и сравнительно монотонное смещение места, занимаемого ребенком в распределении признака, в область больших величин этого размера тела. Для таких индивидов, таким образом, наблюдается несколько более высокий уровень скорости ростовых процессов.

При проведении аналогичного изучения стабильности и перестроек структуры распределений размеров тела по данным продольного исследования московских школьников, проведенного в 1960–1969 гг. [Дерябин, Федотова, 2002] и в 1982–1991 гг. [Дерябин и др., 2006] сходный смысл второго Т-фактора проявлялся для признаков, значительно зависящих в своей вариации от развития мускулатуры и жираотложения (массы тела, обхватов груди, голени, жировой складки на животе). Аналогичным образом, по данным продольного наблюдения над детьми 3–7 лет в 1974–1978 гг. сходная структура нагрузок на второй Т-фактор выявилась для большинства рассмотренных размеров тела [Дерябин и др., 2004].

Таким образом, второй Т-фактор для рассматриваемых размеров тела описывает тенденцию к закономерным изменениям морфологического статуса некоторых индивидов, связанным с уменьшенной для одних детей и увеличенной для других индивидов скоростью роста. Эти перестройки структуры межиндивидуальных распределений признаков, по-видимому, не связаны с какими-то отдельными событиями роста и развития, но проявляются на протяжении всего грудного периода. Возможно, здесь мы видим итог суммарного случайного влияния многих генетических и средовых воздействий, влияющих на рост и развитие детей. Поэтому второй Т-фактор может условно считаться отражающим стохастические эффекты многих влияний, определяющих ростовые процессы, в одних случаях несколько ускоряя их протекание, в других – затормаживая.

Эти случайностные воздействия, в частности, приводят к тому, что уровень коррелированности

распределений признаков в далеко отстоящих возрастных точках оказывается несколько меньшим, чем в близких по возрасту группах детей. Стохастические воздействия, постепенно накапливаясь, также несколько «размывают» высокие связи, характерные в целом для распределений каждого признака в разных возрастных точках. С этим эффектом связано небольшое уменьшение нагрузок на первый Т-фактор в начале и конце интервала 1–12 месяцев, которое можно видеть на рисунках 7–8. Совокупность случайных внешних воздействий и ряда потенциальных факторов роста в грудном периоде онтогенеза будет рассмотрена в последующих работах. В их числе социальный статус семьи и возраст родителей, число детей в семье, порядок и обстоятельства беременности и родов, заболеваемость на первом году жизни, показатели биологического возраста, характер вскармливания.

### Заключение

Анализ специфики ростовых процессов грудных детей на примере московской продольной выборки 2009 года обследования выявил очень высокую интенсивность приростов основных показателей физического развития детей первого года жизни с постепенным затуханием интенсивности роста от рождения до года. Интенсивность увеличения размеров на первом году жизни, выраженная в единицах среднеквадратического отклонения, максимальна для длины тела – 11–13 «сигм» сравнительно с уровнем новорожденных, несколько меньше для масса тела – 10 «сигм», и для обхватов головы и груди – 7 и 9 «сигм» соответственно. Примерно с возраста 4–5 месяцев начинают формироваться индивидуальные траектории роста отдельных детей, относительно «свободные» от обстоятельств пренатального роста. По результатам Т-факторного анализа, возрастная устойчивость индивидуальной морфологической специфики и структуры распределений четырех рассматриваемых размеров тела на этом интервале достаточно высока и определяет большую часть вариации размеров тела – 60–80%, однако явно уступает аналогичному свойству на интервале 3–17 лет – 90 и более процентов для большинства размеров тела. Наиболее важным фактором формирования межиндивидуальных различий в этом возрасте является социальный статус родителей у детей обоего пола. Для более экзотических мальчиков такими факторами также являются наличие других детей в семье и показатель функционального ста-

туса при рождении – уровень СОЭ. В целом, рассматриваемые факторы в совокупности определяют не более 16% межиндивидуального разнообразия размеров тела.

### Библиография

- Безруких М.М., Сонькин В.Д., Фарбер Д.А. Возрастная физиология. 3-е изд. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
- Боухолова М., Герилова А. Темпы роста тела в течение первого года жизни детей г. Брно при разных социальных и некоторых биологических условиях // Актуальные проблемы изучения общественного здоровья. Сб. научн. тр. М., 1981. С. 102–105.
- Воронина В.Н. Фенотипическое проявление дозы активных рибосомных генов в развитии детей первого года жизни. Автореферат дисс. ... канд. биол. наук. М., 2001.
- Дерябин В.Е. Некоторые вопросы применения методик биометрического анализа антропологических данных. М., 2004. Деп. в ВИНТИ, № 753–В2004.
- Дерябин В.Е. Морфологическая типология телосложения детей дошкольного возраста. М., 2005. Деп. в ВИНТИ, № 59–В2005.
- Дерябин В.Е. Курс лекций по традиционной биометрии для антропологов. М.: Биологический факультет МГУ, 2007.
- Дерябин В.Е. Курс лекций по многомерной биометрии для антропологов. М.: Биологический факультет МГУ, 2008.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К. Стабильность структуры межиндивидуальных распределений размеров тела у детей в период роста. М., 2002. Деп. в ВИНТИ, № 1686–В2002.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Панасюк Т.В. Ростовые процессы, стабильность и перестройки распределений размеров тела у детей дошкольного возраста. М., 2004. Деп. в ВИНТИ, № 1610–В2004.
- Дерябин В.Е., Кранс В.М., Федотова Т.К. Ростовые процессы у детей от рождения до 7 лет: внутригрупповые и межгрупповые аспекты. М., 2005. Деп. ВИНТИ, № 234–В2005.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Ямпольская Ю.А. Устойчивость морфологической структуры внутригрупповой изменчивости детей школьного возраста. М., 2006. Деп. в ВИНТИ, № 50–В2006.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Горбачева А.К. Влияние медицинских, социальных, бытовых и экологических факторов на телосложение московских детей. М., 2007. Деп. в ВИНТИ, № 980–В2007.
- Дерябин В.Е., Федотова Т.К., Горбачева А.К. Ростовые процессы у детей грудного возраста. М., 2009. Деп. в ВИНТИ, № 690–В2009.
- Доронин Г.Л., Дорошина В.Ю., Склянкина И.В. Влияние антенатальных факторов на стоматологический статус у детей раннего возраста // Ультразвуковая диагностика. 1996. № 3. С. 48.
- Дундова Р., Лолова М. Лонгитудинальное изучение физического развития детей в возрасте от 0 до 1 года // Научн. тр. Т. XIV. Медицина и физкультура. 1971. С. 7–16.

- Иберла К. Факторный анализ. М.: Статистика, 1980.
- Иванов В.П., Лильин Е.Т. Рост и вес близнецов в динамике: вклад генетической детерминанты в изменчивость на первом году жизни // Индивидуальные особенности психического и соматического развития и их роль в управлении деятельностью человека. Тез. докл. Всесоюзного симпозиума. Пермь 25–27 мая 1982. Пермь, 1982. С. 48–50.
- Крайг Г., Бокум Д. Психология развития. СПб: Питер, 2006.
- Крикун Е.Н. Изменчивость морфофункциональных показателей организма человека под влиянием неблагоприятных эколого-биологических факторов. Автореферат дисс. ... докт. мед. наук. М., 2006.
- Кульбак С. Теория информации и статистика. М.: Наука, 1967.
- Магеладзе Н.О., Щуров В.А., Холодков В.А. Влияние изменения качества жизни населения на показатели роста и развития детей // Мат. междунар. научн. конф. «Физиология развития человека». Москва, 22–24 июня 2009. Секция 4. М., 2009. С. 63–64.
- Никитюк Б.А. Изменения размеров тела новорожденных за последние 100 лет // Вопр. антропологии. 1972. Вып. 42. С. 78–94.
- Федотова Т.К., Горбачева А.К., Дерябин В.Е. Влияние медицинских социальных, бытовых и экологических факторов на рост московских детей. М., 2007. Деп. в ВИНТИ, № 386–В2007.
- Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы). В 2 т. / Под ред. А.А. Баранова, Л.А. Щеплягиной. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.
- Хазанова А.Б. Оценка конституциональных типов у детей грудного возраста // Оценка типов конституции у детей и подростков (Сб. научн. тр.). М.: АПН СССР, НИИ общей педагогики, 1975. С. 56–61.
- Чеснис Г. Ауксологическая характеристика литовских детей первого года жизни. Автореферат дисс. ... канд. мед. наук. Вильнюс, 1970.
- Чеснис Г. Корреляция длины тела и веса у родителей и детей // Вопр. антропологии. 1971. Вып. 37. С. 92–99.
- Чеснис Г., Фишас И. и др. К вопросу о типах ростовых кривых в раннем постнатальном онтогенезе человека // Тез. научн. конф. медицинского факультета. 23–24 мая 1973. Вильнюс, 1973. С. 168–170.
- Чучукало Г.И. Материалы к изучению пропорций тела у младенцев // Дети дошкольного возраста. Харьков: Государственное издательство Украины, 1929. С. 81–89.
- Chrzastek-Spruch H., Verleye G., Kozlovska M.D., Suzanne C. Determinants of growth in body length from birth to 6-year-old-age. A longitudinal study of Lublin children // Amer. J. Hum. Biol. 1996. Vol. 8. N 2. P. 21–29.
- El-Nofely A.A., Massoud A.K., Masry S.A. Body physique of infants of the age of six months in relation to the type of feeding // Acta med. Auxol. 1998. Vol. 30. N 3. P. 141–151.
- Johnston F.E. Somatic growth of the infant and preschool child. // Human growth. Vol. 2. Postnatal growth / Ed. F. Falkner, J.M. Tanner Plenum Press: New York & London, 1978. P. 91–116.
- Siniarska A., Krumina D., Wolanski N. Growth in the first year of life // Amer. J. Hum. Biol. 2000. Vol. 12. N 2. P. 1–2.
- Park W.J., Li J., Rocket F. The decanalization of weight. Recumbent length and head circumference during infancy // Amer. J. Hum. Biol. 1997. Vol. 19. N 6.
- Tanner J.M. Foetus into man. Physical growth from conception to maturity. London. Open books publishing, 1978.
- Tanner J.M. Growth from birth to two: a critical review // Acta med. Auxol. 1994. Vol. 26. P. 1–51.

Контактная информация:  
Федотова Т.К. Тел.: (495) 629-41-68,  
e-mail: tatiana.fedotova@mail.ru,  
Горбачева А.К. Тел.: (495) 629-41-68,  
e-mail: angoria@yandex.ru.

## SOME REGULARITIES OF GROWTH PROCESSES OF INFANTS

T.K. Fedotova<sup>1</sup>, V.E. Deryabin<sup>2</sup>, A.K. Gorbachyova<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute and Museum of Anthropology, MSU, Moscow

<sup>2</sup> Department of Anthropology, Biological faculty, MSU, Moscow

*Specific peculiarities of infant' growth are discussed using the longitudinal sample of Moscow infants aged 0–12 months examined in 2009. Growth dynamics of main physical development parameters – body length and mass, head and chest circumferences – corresponds growth with decreasing increments through first 12 months. Personal growth patterns free of circumstances of prenatal development appear after 4–5 months. Stability of personal somatic status describes the significant part of individual variability of body dimensions, but is less than the same property through 3–17 years interval.*

**Key words:** longitudinal sample, infants aged 0–12 months, personal growth patterns