

МЕТОД ДОЛЕВОГО УЧАСТИЯ В ИССЛЕДОВАНИИ ТЕНДЕНЦИЙ ДИНАМИКИ ПАРАМЕТРОВ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ У ЧЕЛОВЕКА

ШУТОВ А.Б., ЛОБОВА О.Е., СЕМЕНЧУК В.С.

В статье рассматривается метод долевого участия в исследовании тенденций динамики параметров физического развития у человека.

Ключевые слова: физическое развитие человека, метод, доленое участие.

УДК 37

Период физического развития у человека заканчивается примерно к 20 годам. К этому времени замедляется увеличение роста, веса и окружности груди. За этот временной период показатели развития попеременно меняются. В справочных изданиях нормы прироста представлены показателями средней и стандартным отклонением [1, 2]. Эти величины являются ориентиром для детских врачей различных специальностей.

Следует отметить, что на динамику развития влияют региональные, экологические, экономические и другие факторы. Так, диспансерные наблюдения по Сочинскому району показали, что эти данные отличаются от данных средней полосы России. Кроме того, за период с 1955 по 1975 годы была отмечена динамика более раннего развития детей. Откорректированные таблицы по показателям средних величин дали возможность врачам назначать детям лечебные и профилактические мероприятия с учетом региональных особенностей.

Однако средние величины не могут дать представления о попеременной тенденции повышения или понижения в динамике физического развития человека [3]. Изменения тенденций в динамических рядах различных параметров, видимо, связаны с генетически заложенной информацией о темпах прироста, а активные занятия спортом и физическими упражнениями вносят существенные изменения в эту динамику [4]. Наблюдаемые в разные возрастные периоды развития признаки этой попеременной динамики могут быть учтены, а полученный динамический стандарт позволил бы избежать погрешностей при вычислении средних величин [5]. К сожалению, таких стандартов нет, а сама доленая динамика требует дополнительных исследований.

Многоуровневая соподчиненность систем организма подразумевает определенное развитие физиологических реакций и процессов как в процессе его эволюции, так и в результате каких-либо внешних воздействий. Свойство резистентности в системах приводит к восстановлению их прежнего функционального уровня, а развитие этого свойства и переход систем на более высокий функциональный уровень подразумевает некий динамический стандарт, так как любое внешнее воздействие проявляется в динамическом ряде параметров как «всплеск» волны с последующим ее затуханием [6].

Методы исследования свойств колеблемости признака в разных областях наук различаются. Так, например, в дендрохронологии вычисление значений индексов прироста (ИП) динамического ряда осуществляется с целью устранения возрастного тренда из исходных измерений, что позволяет изучать относительный вклад ведущих факторов среды при реконструкции климатических характеристик [7].

Индекс прироста, однако, не нашел своего применения в оценках динамики параметров физического развития. По нашему мнению это связано с тем, что изменчивость физиологических параметров развития у человека в большей степени зависит от внутренних механизмов саморегуляции, чем от влияния внешних факторов среды. Внутрисистемные взаимодействия, отражающиеся в изменчивости показателей физического развития, могут быть многомерными и много-параметричными. В этих взаимодействиях присутствует также и кумулятивный эффект, в результате которого включаются (или выключаются) биохимические реакции, а также те или иные звенья систем организма, обеспечивающих необходимый уровень адаптации [8]. Тонкий баланс этих внутренних механизмов саморегуляции часто не дает достоверности в связанных выборках.

В динамическом анализе абсолютный прирост (Δy) характеризует размер увеличения (или уменьшения) уровня ряда (y_i) за определенный промежуток времени:

$$\sum \Delta_y^u, \text{ где } \Delta_y^u = y_i - y_{i-1}.$$

Если исключить тенденции тренда, то индексы приростов (ИП)

$$ИП = (C^*100) / y,$$

где C - R-R интервал в мм/сек., а (y) - функция от аргумента (x) , будут распределяться вокруг горизонтальной линии, что делает более наблюдаемым изменения динамики [9] и колебания приростов.

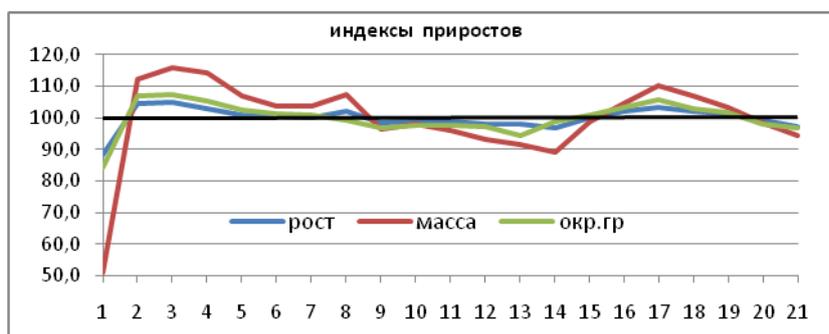


Рис. 1. Изменение показателей физического развития у мужчин по отношению к полиному 3-й степени

На рис. 1 изображены рассчитанные от полинома третьей степени именно такие кривые, из которых исключена тенденция. Здесь более отчетливо видны дуги по отношению к горизонтальной линии, которые предполагают некоторую цикличность физического развития.

Каждый показатель физического развития на графике Рис. 2 совершенно изолирован по отношению к другому. Если индекс прироста устраняет все внутренние тенденции взаимосвязей динамического ряда, то следует предположить, что циклическая взаимозаменяемость каждого ряда является результатом проявления генетически заложенной информации о динамике развития. Это отчасти подтверждается тем, что все циклы на Рис. 1 синхронизированы. Из графика мы можем только приблизительно судить о взаимовлиянии параметров физического развития друг на друга.

В самой циклической динамике сочетаются обратимые и необратимые процессы, причем обратимость проявляется в повторении схожих фаз, а необратимость – в том, что каждый этап развития, каждый цикл неповторим, специфичен. С этой точкой зрения трудно не согласиться: именно сочетание обратимых и необратимых процессов делает цикл, которому подвержены открытые системы, разомкнутым, а циклическое движение волнообразным (см. Рис. 2).

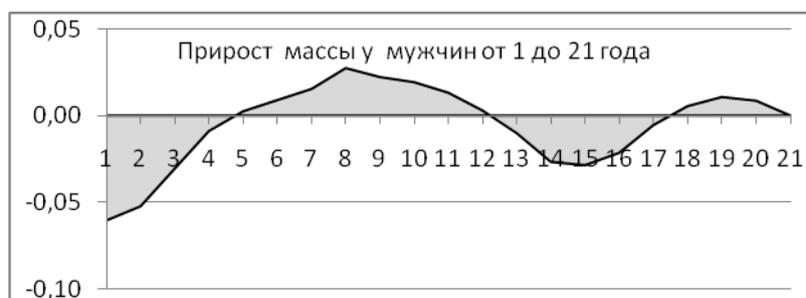


Рис. 2. Понижательные и повышательные тенденции динамического ряда, выраженные долей участия

Определения цикла соотносят с общесистемными понятиями стадии, этапа, фазы. Под стадией обычно понимается ступень (период, этап) развития системы, имеющая какую-либо качественную особенность, и, таким образом, ее можно отождествить с понятием этапа; а под фазой – состояние системы в определенный момент времени. Хотя само по себе наличие спадов и подъемов в динамике интенсивности структурных сдвигов еще не доказывает циклический характер процесса. Большее значение имеет их повторяемость и однотипность форм проявления. Структурный цикл включает в себя понижательную и повышательную волны. Вопрос о том, какие структурные сдвиги происходят в этот период, остается открытым [10].

Существуют различные методы определения цикличности. В теории статистики для оценки изменчивости признака используются регрессионные и динамические ряды. Динамические

ряды определяются темпами прироста показателя в зависимости от времени. В регрессионных рядах для описания характеристик кривой используются коэффициенты уравнений. Метод наименьших квадратов применяется в регрессионном, корреляционном и дисперсионном методах статистического анализа [11].

С одной стороны, универсальность метода, а с другой – нагромождение большого числа его вариаций в методах дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа заводят исследователя в тупик. Все его внимание сосредотачивается на доказательстве качественной изменчивости усредненного признака. Чередующее разнообразие из положительных и отрицательных приростов, которое несет информацию о многообразии функциональных межсистемных связях и связях между выше- и нижестоящими иерархическими уровнями в период адаптации организма после внешних воздействий, необоснованно усредняется, сглаживается и ранжируется [12].

Более точно измерить изменения количества информации в динамических рядах позволяет энтропия распределения, интерпретируемая как мера рассредоточения вариантов случайной

переменной по ее возможным значениям [13]:
$$H = -\sum_{i=1}^m p_i \log_2 p_i,$$

где, p_i – частность элементов системы, при условии, что $\sum p_i = 1$.

Но и здесь тенденции повышения или понижения в динамике изменений могут иметь равные величины энтропии.

Аналогичный принцип отображения свойств динамики заложен и в кумулировании относительных частот (p_i) вариационного ряда (F_i):

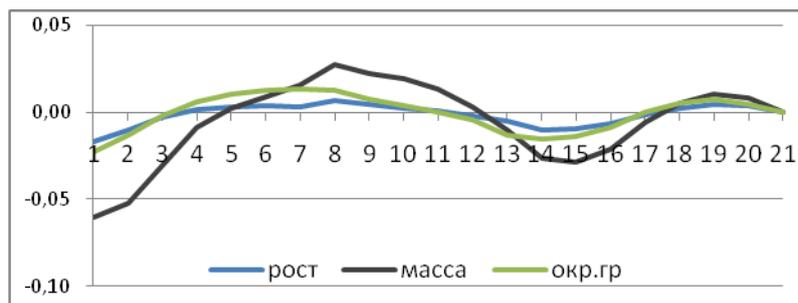
$$F_i = p_{i+1} + p_i \text{ где } p_i = h_i / \sum_{i=1}^i h_i.$$

Но поскольку кумулята и дисперсия по-разному отражают свойство изменчивости признака у единиц совокупности, то у исследователя имеется альтернатива выбора.

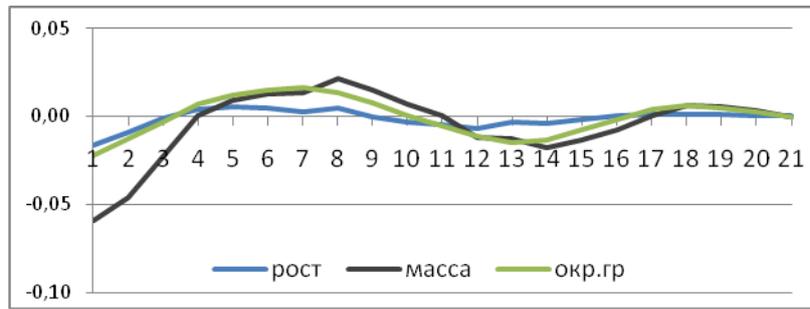
В наших исследованиях динамики мы поставили цель показать, во-первых, что с помощью предложенного нами метода долевого участия становится возможным выделить и преобразовать повышательные и понижательные тенденции изменения параметров динамического ряда, отражающих свойства механизмов саморегуляции в живых организмах, в просматриваемые на графике долевы циклы, волновая динамика которых представляет упорядоченную взаимозаменяемость; во-вторых, величины параметров долевого прироста дают возможность измерять и сравнивать тенденции циклической активности в различных динамических рядах.

Предлагаемым методом были обчислены динамические ряды показателей физического развития: масса тела, окружность груди, рост. Сравнивались показатели физического развития мужчин и женщин средней полосы России и г. Сочи. На Рис. 2 показаны повышательные (прогнутая дуга) и понижательные (выпуклая дуга) тенденции в динамике увеличения веса, которые были трансформированы методом долевого участия. Здесь мы видим более отчетливо циклические взаимные замены показателей физического развития. Сама цикличность по мере формирования и достижения полного развития становится меньшей по величине.

Рассмотрев стандарты показателей физического развития на Рис. 3, мы видим, что темпы прироста имеют волновой характер, и они отличаются амплитудой, продолжительностью и формой. Соотношения кривых развития закономерны для каждой части периода, однако у мужчин и женщин они отличаются тем, что начало волн у женщин начинается на 1–1,5 года раньше, но у мужчин амплитуды колебаний больше:



мужчины



женщины

Рис. 3. Показатели ИП физического развития выраженные условной долей участия

В более ранних наших работах было установлено, что в первые два года жизни доля прироста окружности груди намного опережает прирост длины тела. К 12 годам, наоборот, преобладает доля прироста длины тела, но у девочек развитие идет быстрее, чем у мальчиков [14].

Повышательные и понижательные тенденции, выраженные долей участия в динамике параметров веса (см. Рис. 4), в период от 1 до 12 месяцев, как и в период от 1 до 21 года, имеют разноразмерную циклическую динамику, которая, видимо, связана с эволюционными особенностями в развитии у мужчин и женщин [15]. На графике рис. 5 мы видим, что смена циклов у мальчиков происходит быстрее, чем у девочек.

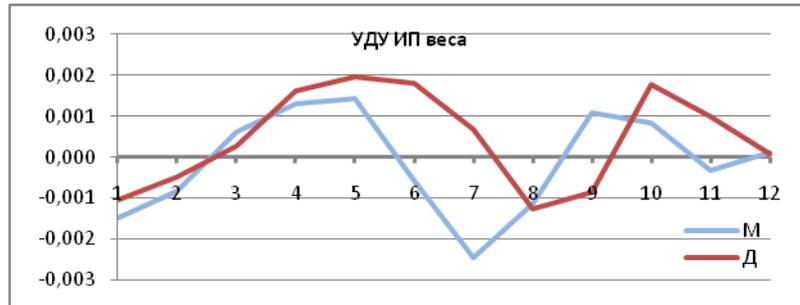


Рис. 4. Тенденции динамики веса, от 1 до 12 мес., выраженные условной долей прироста

Для удобства воспроизведения вычислений величин долевого участия ниже приводится вычислительная таблица 1.

После кумулирования частных $F_i = \sum_{i=1}^i h_i$, из суммы квадратов нами находилась геометрическая сопряженность признаков (см. Табл. 1, G):

$$c_n = \sqrt{(p_{i+1} + p_i)^2 + (p_{j+1} + p_j)^2}. \quad (1)$$

Доля определялась из тригонометрической функции мерной модели (см. Табл. 1, H):

$$q_i = \frac{p_{i+1} + p_i}{c_n} = \cos \angle \alpha. \quad (2)$$

Отношение частности прироста к доле представляет собой величину доли прироста (см. Табл. 1, Q):

$$B_i = \frac{p_{i+1} + p_i}{q_i}, \text{ или } B_i = (p_{i+1} + p_i) \times \pi / \text{Arccos} \angle \alpha \quad (3)$$

Через кумулирование показателей долей прироста определяется величина доли участия (D_y) признака, она представляет предпоследнюю итоговую величину (см. Табл. 1, S):

$$D_y = B_{i+1} + B_i,$$

а доля его активности (D_a) зависит от числа наблюдений (n):

$$D_a = \frac{D_y}{n-1}.$$

Условная доля прироста (см. Табл. 1, W) представляет отклонение динамики прироста от динамического стандарта (h_{i+1}):

$$\Delta B_{iy} = B_{i+1} - h_{i+1}. \quad (4)$$

Измерение цикличности динамического ряда выражается условной долей участия и определяется через кумулятивную емкость (KE):

$$KE = D_{yy} * D_{ya}, \quad (5)$$

где, D_{yy} - доля условного участия, а D_{ya} - доля условной активности.

Для выявления скрытых причин, влияющих на повышение или понижение в волнах динамики ряда, мы разделяем этот ряд на положительные и отрицательные приросты. Такое преобразование основного ряда на отдельные положительные и отрицательные ряды позволяет выделить и определить долю активности тех или иных факторов, влияющих на волнообразность.

Для сравнения циклической доли участия разных уровней (положительных или отрицательных приростов) мы предлагаем показатель абсолютной кумулятивной емкости (абКЕ):

$$абКЕ = (P_{Дy} * P_{КЕ}) * 100 \quad (6)$$

$P_{Дy}$ и $P_{КЕ}$ представляют собой частность от суммы показателей основного и разделенных рядов:

$$P_{Дy} = Дy / \sum Дy \text{ и } P_{КЕ} = КЕ / \sum КЕ.$$

Показатель относительной кумулятивной емкости ($отнКЕ$) позволяет сравнивать активность повышательных или понижательных тенденций в волнах различных динамических рядов:

$$отнКЕ = (P_{Дy} * P_{КЕ}) * 100, \quad (7)$$

где $P_{Дy}$ и $P_{КЕ}$ представляют собой частность от суммы показателей условной доли участия различных тестов.

Из взаимно заменяемых долевого циклов на рис. 4 мы видим, что первые 4 года развития более медленно шло увеличение объема груди и длины тела, чем его массы. От 6 до 12 лет более активно шло увеличение роста, а с 14 до 18 лет вновь активно стала прирастать масса.

Таблица 1.

Пример расчета данных физического развития в программе Excel

		частность									
№	ИП рост а	РОСТ	стан д	РОСТ	станд						
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
		$B1/\sum B$ n	$1/101$	$E0+C$ 1	$F0+D$ 1	$\sqrt{e^2+f}$ 2	$E1/G$ 1	$F1/G$ 1	ACOSH 1	ACOSI 1	
0											
1	105,1	0,010	0,01	0,01	0,01	0,01	0,72	0,69	0,76	0,81	
2	101,0	0,010	0,01	0,02	0,02	0,03	0,72	0,70	0,77	0,80	

		Доля		Доля прироста		Доля участия		
		РОСТ	станд	РОСТ	станд	РОСТ	станд	
	M	N	O	P	Q	R	S	T
	$J1*180/\pi$	$K1*180/\pi$	$L1/90$	$M1/90$	$E1/O1$	$F1/P1$	$S0+Q1$	$T0+R1$
	43,62	46,38	90	0,48	0,52	0,02	0,02	0,02
	44,19	45,81	90	0,49	0,51	0,04	0,04	0,06

		условная доля прироста		Д _{уу}
		РОСТ	станд	РОСТ
U	V	W	X	Y
2/101	Vo+U1	Q1-V1	R1-V1	Yo+W1
0,02	0,02	0,002	-0,001	0,002
0,02	0,04	0,002	-0,001	0,004

Эти результаты долевых величин повышательных и понижительных тенденций просматриваются и в общей тенденции кривых на графике рис. 1. Определить же эти соотношения динамики позволяет метод долевого участия.

Свойство накопления энергетического (или информационного) потенциала, которое, возможно, является запускающим механизмом тех или иных состояний в развитии систем организма можно выразить через долевые циклы. На графике рис. 2 определяется особенность этой динамики находящимися по отношению к горизонтальной линии верхними или нижними циклическими волнами.

Нарастающий суммарный итог доли прироста позволяет выделить долевые особенности изменения как динамики всего ряда, так и отдельных его частей. Итоговое накопление приростов, активное в начале цикла, мы относим к активной форме, это выпуклая дуга над горизонтальной линией, а активное накопление во второй половине – к пассивной форме, это прогнутая дуга. Из рис. 2 мы видим, что на графике выпуклых и прогнутых дуг по две, площади под кривой у них с завершением развития уменьшаются. В дальнейших вычислениях суммарной доли участия и кумулятивной емкости по всем циклам (дугам) эти формы могут приобретать, соответственно, положительный или отрицательный знак условной доли участия.

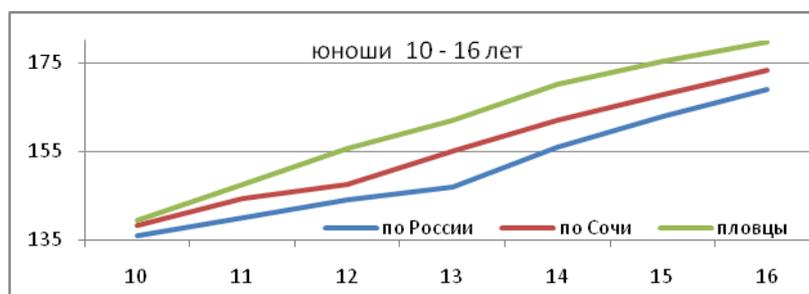


Рис. 5. Влияние условий проживания и двигательной активности на изменение роста

Метод долевого участия позволяет также выделять или объединять результаты взаимовлияний в приростах динамического ряда. Так на рис. 6 мы видим, что у детей, занимающихся плаванием, увеличение в росте значительно выше. Явление более раннего развития юношей в южных районах России было отмечено в диспансерных наблюдениях по г. Сочи в 1970 годах [16].

Исследование долевого участия параметров в разные временные периоды развития позволяет выявить те колебания динамики, которые не видны в общей тенденции роста параметров за определенный период времени.

Для дальнейших исследований из общих рядов были выбраны динамические фрагменты показателей физического развития. Параметром индекса прироста были выбраны ростовые тенденции повышения и понижения из динамического ряда у юношей в возрасте от 10 до 16 лет, которые затем были преобразованы в циклы долевого участия (см. Рис. 6). Из графика Рис. 6 мы видим, что в Сочинском регионе начало активного роста юношей приходится на возраст от 10 до 12 лет, а по России – от 10 до 12,5 лет. Активное занятие спортом, видимо, приводит к напряжению регуляторных механизмов, что отражается на уменьшении диапазона колеблемости.

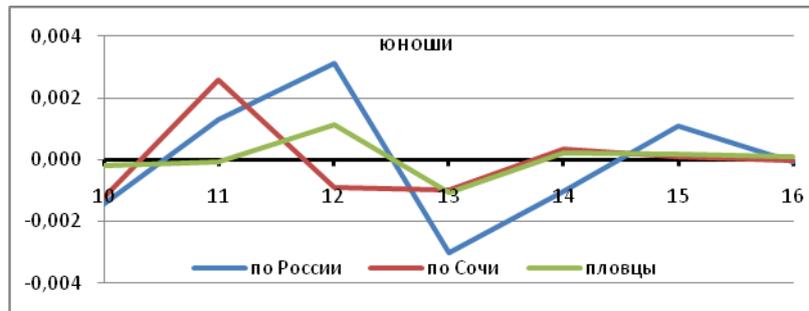


Рис. 6. Колебания от общей тенденции увеличения роста, выраженные условной долей участия (одномерная модель)

Учет взаимовлияний в динамике усложняется, если параметров несколько. В таких случаях может использоваться трехмерная модель, представляющая трехгранную пирамиду, в вершине которой лежит прямой угол. Отношение к прилежащему ребру угла основания и будет отражать долю прироста в данной динамике:

$$B_i = (p_{i+1} + p_i) \times \pi / \text{Arccos} \angle \alpha$$

На графике Рис. 7 представлена общая тенденция в условных долях. Здесь индекс прироста не выбирался: общая тенденция и колебания от общей тенденции рассматриваются совместно. На графике данные доли у пловцов, относительно к данным не занимающихся плаванием, значительно превосходят по активности другие динамические ряды:

$$P_{Dy} = Dy / \sum Dy$$

По структуре цикл общей долевой динамики у пловцов имеет выпуклую форму, следовательно, доля участия и условная доля участия будет иметь положительный знак. Показатель цикла – относительная кумулятивная емкость тенденций общего динамического ряда:

$$\text{отнКЕ} = (P_{Dy} * P_{KE}) * 100,$$

у пловцов он будет положительным, а по России, в связи с прогнутостью дуги долевого прироста, отрицательным.

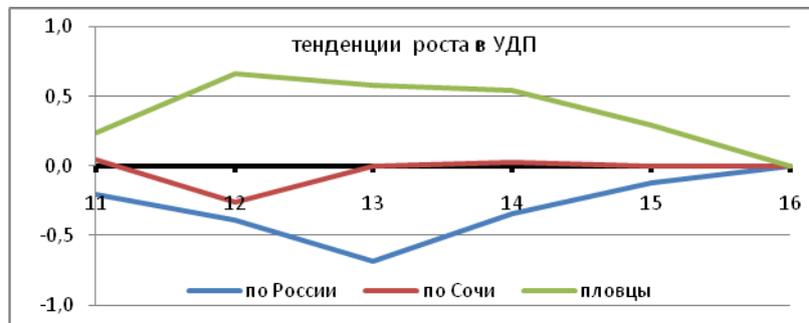


Рис. 7. Колебания общей тенденции увеличения роста, выраженные условной долей участия (трехмерная модель)

Можно сделать следующие выводы. Данные исследования динамики показателей физического развития позволили выявить долевую цикличность. С рождения человека и до 21 года проявляется четыре долевых цикла, величина которых с возрастом уменьшается. Цикличность развития у мужчин имеет большую амплитуду в отличие от цикличности у женщин. В начальный период развития от 1 и до 12 месяцев смена циклов у мальчиков происходит быстрее, чем у девочек. Отмеченное в диспансерных наблюдениях по г. Сочи в 1970 годах более раннее развитие юношей подтверждается в долевой динамике, в отличие от Российских детей, опережающими циклами развития.

Общая тенденция динамики, как и ее повышательные и понижательные свойства, может быть выражена через долевую цикличность. Так, у детей, которые занимаются плаванием, прибавления в росте вначале идет более активно, а затем замедляются. У не занимающихся

плаванием, наоборот, темпы прироста в начале пассивны, а затем ускоряются, следовательно, плавание стимулирует развитие роста.

Долевой метод, в отличие от других методов исследования свойств динамики, позволяет более полно изучать механизм саморегуляции биологических объектов, а так же влияние на них внешних факторов. Учет величин долевой цикличности дает возможность сравнивать динамические ряды в разные временные периоды. Наблюдение за цикличностью позволяет получать новые динамические характеристики и прогнозировать ситуацию.

Примечания:

1. Субботин А.Д. Физическое развитие дошкольников и школьников города Сочи. / Методические рекомендации для врачей. Сочи, 1970.
2. Чоговодзе А.В., Круглый М.М. Врачебный контроль в физическом воспитании и спорте. М.: Медицина, 1977. С.37-51.
3. Джини К. Средние величины. М.: Статистика, 1970.
4. Гродинс Ф. Теория регулирования и биологические системы. М.: Мир, 1968. 254 с.
5. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. М., «Медицина», 1966. 215 с.
6. Паттен Б. Концепция информации в экологии. В кн. Концепция информации и биологические системы. М., 1966. С. 135-164.
7. Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации. Красноярск, 2000. 80 с.
8. Антамонов Ю.Г. Биологических систем организация. Энциклопедия кибернетики, Т. 1. 1974. С. 161–162.
9. Юзбашев М.М., Манелля А.И. Статистический анализ тенденций и колеблемости. М.: Финансы и статистика, 1983.
10. Яковец Ю.В., Гамбурцев А.Г. Цикличность как всеобщее свойство природы // Вестник РАН. 1996. Т. 66. №8.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. М., 1980. С. 57-58, 209-210.
12. Паттен Б. Концепция информации в экологии. В кн. Концепция информации и биологические системы. М., 1966. С. 135-164.
13. Теория информации в медицине. Минск, «Беларусь», 1974. С. 11-98.
14. Шутов А.Б. Способ определения тренированности двигательных качеств мышц кисти и предплечья и устройство Быкостовысил – 1 для его осуществления. Патент РФ № 2010555, 5 А 61 В 5/22, 15.04.1994 // Бюллетень изобретений. 1994. № 7.
15. Тумилович Л.Г., Евдокимова В.М., Саркисян Р.Г. Роль половых гормонов в процессе роста и созревания костей. В кн.: Новые исследования по возрастной физиологии. М., 1973. С. 54-56.
16. Субботин А.Д. Физическое развитие дошкольников и школьников города Сочи. / Методические рекомендации для врачей. Сочи, 1970.

Сведения об авторах:

Шутов Анатолий Борисович,
старший преподаватель Сочинского
государственного университета (г. Сочи).
Лобова Ольга Ефимовна,
канд. геол.-минер. наук, доцент Сочинского
государственного университета (г. Сочи).
Семенчук В.С.,
студент Кубанского государственного
университета (г. Краснодар).

METHOD OF EQUITY PARTICIPATION IN HUMAN PHYSICAL DEVELOPMENT STUDY

SHUTOV A.B., LOBOVA O.E., SEMENCHUK V.S.

The article considers method of equity participation in human physical development study.

Keywords: human physical development, method, equity participation.

UDC 37