

УДК 612.763;612.133;612.179

DOI 10.34014/2227-1848-2019-4-136-146

АНАЛИЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НОВОРОЖДЕННЫХ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ СПОНТАННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

С.Н. Гордийчук, Е.А. Томилова, В.В. Колпаков

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России,
г. Тюмень, Россия

Методологической основой проводимых исследований явилась концепция типологической вариативности физиологической индивидуальности. Доказано, что уровень привычной двигательной активности является стабильным индивидуальным и генетически запрограммированным признаком (у лиц дошкольного, школьного, юношеского и зрелого возрастов). В возрастной физиологии и педиатрии также существует необходимость определения количественных показателей двигательной активности на ранних этапах онтогенеза, в частности в неонатальном периоде, так как согласно действующим приказам показатели психомоторного статуса являются критериями гармоничного развития новорожденного. Установление ведущего типового признака – уровня спонтанной двигательной активности (СДА) – позволяет в дальнейшем изучить морфофункциональные и психофизиологические особенности детей этого возрастного периода.

Цель работы – провести сравнительный анализ функциональных показателей сердечно-сосудистой системы новорожденных с различным уровнем спонтанной двигательной активности в покое и в течение суточного цикла.

Материалы и методы. Обследовано 137 новорожденных I–II групп здоровья (возраст – 10–14 дней, срок гестации – 38–42 нед., второй этап выхаживания). По результатам определения количественных показателей СДА выделены три группы детей с низкой, средней и высокой СДА. В каждой конституциональной группе проведена антропометрическая оценка по центильным таблицам; функциональные показатели сердечно-сосудистой системы оценивали в состоянии покоя и в течение суточного цикла.

Результаты. Для каждой группы определены количественные показатели локомоций, установлены индивидуально-типологические особенности антропометрических параметров и показателей сердечно-сосудистой системы. Статистически значимые различия определены в крайних группах. Для новорожденных с низкой СДА характерна брахиморфия, высокие показатели ЧСС, наименьшие показатели артериального давления, для детей с высокой СДА – долихоморфия, наименьшие показатели ЧСС, высокие показатели артериального давления. Хроноструктура суточного ритма показателей сердечно-сосудистой системы носила типовую направленность.

Выводы. В каждой группе новорожденных выявлены индивидуально-типологические особенности по показателям сердечно-сосудистой системы. Наиболее существенные различия отмечены в группах новорожденных с низкой и высокой СДА, что может являться основой для выделения критериев донозологической диагностики.

Ключевые слова: новорожденные, спонтанная двигательная активность, функциональные показатели, сердечно-сосудистая система.

Введение. По сравнению с другими функциональными системами сердечно-сосудистая система к моменту рождения ребенка относительно зрелая. Между тем она имеет ряд анатомо-физиологических особенностей с быстрой динамикой морфофункциональных преобразований, которые обеспечивают растущие потребности организма [1]. Основными характеристиками неонатального периода яв-

ляются прекращение плацентарного кровообращения, перестройка внутрисердечной и общей гемодинамики, становление легочного кровотока и закрытие фетальных коммуникаций [2, 3]. При анализе научной литературы мы не встретили работ по изучению функциональных показателей сердечно-сосудистой системы у здоровых новорожденных. На сегодняшний день по-прежнему широко дискути-

руется физиологическая интерпретация большинства показателей [4–6]. Например, частота сердечных сокращений (ЧСС) у новорожденных колеблется в пределах 70–190 уд./мин, артериальное давление (АД) – от 70/55 до 80/50±10 мм рт. ст. [3, 7]. Работы отечественных исследователей посвящены изучению показателей сердечно-сосудистой системы новорожденных с перинатальной гипоксией [8], перинатальным поражением центральной нервной системы [9], внутриутробной задержкой роста и развития [10, 11]. Таким образом, основной задачей возрастной физиологии остается изучение закономерностей развития и параметров нормы сердечно-сосудистой системы, а решение данной проблемы возможно с применением системного подхода и поиска нового индивидуально-типологического признака [12–15].

Цель исследования. Провести сравнительный анализ функциональных показателей сердечно-сосудистой системы новорожденных с различным уровнем спонтанной двигательной активности в покое и в течение суточного цикла.

Цель определила следующие задачи исследования:

1. Изучить индивидуально-типологические особенности спонтанной двигательной активности у новорожденных I–II групп здоровья.
2. Оценить антропометрические показатели новорожденных с различным уровнем спонтанной двигательной активности.
3. Оценить функциональные показатели сердечно-сосудистой системы новорожденных с различным уровнем спонтанной двигательной активности в покое и в течение суточного цикла.

Материалы и методы. Исследования проводились на базе отделения неонатологии ГБУЗ ТО ОКБ № 2 в г. Тюмень (заключение этического комитета ФГБОУ ВО «Тюменский государственный университет» Минздрава России, протокол № 41 от 30.11.2011). Обследовано 137 новорожденных (71 мальчик и 66 девочек) I–II групп здоровья в позднем неонатальном периоде (10–14 дней), срок гестации – 38–42 нед.

Спонтанную двигательную активность новорожденного определяли в течение суточного цикла при помощи браслета Huawei Band 2 Pro (Китай), который снабжен акселерометром (определение ускорения) и гироскопом (трехмерная картина перемещения). Браслет работает на платформах Android (версия 4.4 и выше) и iOS 8.0 и выше, что позволяет фиксировать данные в любом временном промежутке [16, 17]. Оценка антропометрических показателей (длина тела, масса тела, окружность головы, окружность грудной клетки) проводилась по центильным таблицам [18, 19]. Изучали следующие функциональные показатели сердечно-сосудистой системы: частоту сердечных сокращений (MD300, КНР), систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление (мультипараметровый монитор STAR 8000, Китай), пульсовое давление (ПД). Комплексное клинико-инструментальное обследование включало проведение эхокардиографии (ЭхоКГ) для исключения аномалий развития сердечно-сосудистой системы (LOGIQ P6, США). Дополнительно при помощи браслета Huawei Band 2 Pro (Китай) фиксировали суточные показатели ЧСС, САД, ДАД. Хронофизиологическую оценку показателей сердечно-сосудистой системы (ЧСС, САД, ДАД) осуществляли при помощи косинор-анализа и вейвлет-анализа [20, 21].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы SPSS Statistics 17.0 и с расчетом параметрических ($M \pm \sigma$, t-критерий Стьюдента) и непараметрических показателей (χ^2 -критерий Пирсона, критерий Колмогорова–Смирнова, H-критерий Крускал–Уоллиса), критический уровень значимости был равен 0,05 ($p=0,05$).

Результаты. Двигательная активность новорожденного составляет одну из его фундаментальных физиологических особенностей. Двигательная нагрузка является непосредственным активатором скелетного роста, развития центральной нервной системы, осуществляет интеграцию клеточного метаболизма с функцией дыхательной и сердечно-сосудистой систем, обеспечивая максимальную экономизацию всех физиологических функций [22]. В связи с этим первым этапом

нашего исследования явилось изучение уровня спонтанной двигательной активности (СДА) у новорожденных в течение суточного цикла. Для проверки нормальности распределения использовали критерий Колмогорова–Смирнова. В результате статистической обработки выявлены значимые отличия в распределении изучаемого признака, что позволило выделить три группы новорожденных: с низкой, средней и высокой СДА – и установить количественные границы для каждой из вышеуказанных групп (табл. 1).

Большинство физиологических функций так или иначе связано с размерами тела. Поэтому изучение функциональных показателей сердечно-сосудистой системы невозможно без учета антропометрических данных [22]. По результатам комплексной оценки физического развития новорожденных с различным уровнем спонтанной двигательной активности антропометрические показатели соответствовали гармоничному развитию. Индивидуальные особенности были выявлены в крайних группах. Для новорожденных с низким уровнем СДА были характерны наибольшие показатели массы тела (МТ), окружности головы (ОГ) и грудной клетки (ОГК), наименьшие длины тела (Дт), что в целом соответствовало брахиморфии. Тенденция к долихоморфии отмечалась в группе с высокой СДА – наименьшие показатели МТ, ОГ и ОГК. У детей со средним уровнем СДА статистически значимых отличий от средних значений не выявлено (табл. 2).

К моменту рождения сердечно-сосудистая система новорожденного относительно сформирована. Формирование оптимальных размеров правого и левого желудочков заканчивается на 5–7 сут, что собственно и обуславливает выбор возрастного периода 10–14 дней [24, 25]. Синхронно развитию основных двигательных функций организма сердце меняет свое положение, что в целом подтверждает функциональную роль мышечной системы в закономерностях индивидуального развития и формирования адаптивных модификаций [26].

Таким образом, согласно поставленной цели на следующем этапе был проведен анализ показателей сердечно-сосудистой системы у новорожденных с различным уровнем СДА (табл. 3). Наиболее существенные статистические различия отмечались у новорожденных крайних групп. В группе детей с низкой СДА установлены более высокие показатели ЧСС, низкие показатели САД и ДАД. Обратная закономерность отмечалась в группе новорожденных с высокой СДА: наименьшие показатели ЧСС, высокие показатели САД и ДАД.

Физиологические параметры показателей сердечно-сосудистой системы имеют сложную биоритмологическую структуру, поэтому на следующем этапе нашего исследования проведена хронофизиологическая оценка суточной структуры ЧСС [20, 21].

Среднесуточные показатели пульса были наибольшими в группе детей с низкой СДА (мезор у мальчиков – $148,20 \pm 2,45$ уд./мин, у девочек – $145,10 \pm 2,17$ уд./мин), а наименьшими – в группе с высокой СДА (мезор у мальчиков – $128,70 \pm 2,45$ уд./мин, у девочек – $127,90 \pm 2,39$ уд./мин). Также в данных группах отмечалось слабовыраженное рассогласование точечных значений акрофаз СДА и ЧСС (рис. 1). Самый высокий уровень синхронизации акрофазы СДА и ЧСС был у мальчиков и девочек в группе со средней СДА (соответственно индекс синхронности (ИС) – 96,4 и 96,6 %, индекс когерентности (ИКо) – 96,1 и 96,2 %). Менее выражен он был в первой группе у детей с низкой СДА (ИС – 88,3 и 89,1 %, ИКо – 86,5 и 88,1 % соответственно) и в третьей группе у детей с высокой СДА (ИС – 93,4 и 93,3 %, ИКо – 91,3 и 91,2 % соответственно). Аналогичная закономерность была установлена по показателям САД и ДАД. При сопоставлении ЧСС и количества спонтанных движений новорожденного рассчитали число сердечных сокращений на одну локомоцию. В группе новорожденных с низкой двигательной активностью пульсовая стоимость локомоции была наименьшей, что в целом позволяет говорить о наименее экономной реакции сердечно-сосудистой системы.

Таблица 1
Table 1**Индивидуально-типологические различия суточных показателей спонтанной двигательной активности у новорожденных****Individual and typological differences in daily indices of spontaneous motor activity in newborns**

Пол Gender	Показатели Indicator	Уровень СДА SMA Level			Средние значения Mean Value
		низкий low	средний medium	высокий high	
М Males	n	19	31	21	71
	M±σ	359±52**	551± 51*	850±31* **	588±193
	t ₁ ; t ₂	-; 5,08;	12,79; 1,05	36,57; 6,15	5,08; -
	χ ² ; p	5,76; 0,43	2,78; 0,71	7,52; 0,23	40,11; 0,000
Д Females	n	18	29	19	66
	M±σ	347±55**	521±50*	836±31* **	564±193
	t ₁ ; t ₂	-; 4,68	11,07; 1,17	32,91; 6,05	4,68; -
	χ ² ; p	6,01; 0,32	3,56; 0,52	5,58; 0,33	39,88; 0,000

Примечания: 1. Доверительные коэффициенты различий: t₁ – с группой низкой СДА;

t₂ – со средними данными.

2. Показано статистически значимое различие параметров (p=0,05): * – относительно группы с низкой СДА; ** – относительно средних значений. Далее обозначения те же.

Notes: 1. Confidence coefficients for differences: t₁ – with a low SMA a group;

t₂ – with average data.

2. The difference is statistically significant (p=0.05): * – compared with the low SMA group; ** – compared with mean values. Further, the notation is the same.

Таблица 2
Table 2**Антропометрические показатели новорожденных с различным уровнем СДА (M±σ)****Anthropometric indicators of newborns with different SMA levels (M±σ)**

Показатель Indicator	Пол Gender	СДА SMA			Средние значения, n _m =71, n _f =66 mean values, n _m =71, n _f =66
		низкая, n _m =19, n _f =18 low, n _{males} =19, n _{females} =18	средняя, n _m =31, n _f =29 medium, n _{males} =31, n _{females} =29	высокая, n _m =21, n _f =19 high, n _{males} =21, n _{females} =19	
МТ, кг Body mass, kg	М Males	4234,0±126,2**	3668,0±224,4*	3407,0±207,1* **	3742,0±373,7
	Д Females	4027,0±106,6**	3556,0±207,5*	3369,0±204,1* **	3631,0±314,8
ДТ, см Height, sm	М Males	51,32±0,48**	53,58±0,84*	55,38±1,02* **	53,51±1,74
	Д Females	50,440±0,788*	52,52±0,74*	54,53±0,77* **	52,53±1,71
ОГК, см Chest circum- ference, sm	М Males	35,53±0,52**	34,58±0,81*	33,57±0,93* **	34,54±1,07
	Д Females	35,11±0,58*	34,41±0,82*	33,05±0,62* **	34,21±1,06
ОГ, см Head circum- ference, sm	М Males	36,53±0,51**	35,52±0,77*	34,62±0,92* **	35,52±1,04
	Д Females	36,06±0,64**	35,45±0,83*	34,05±0,62* **	35,21±1,06

Таблица 3

Table 3

**Индивидуально-типологические показатели
сердечно-сосудистой системы новорожденных с различным уровнем СДА ($M \pm \sigma$)**

**Individual and typological indicators of cardiovascular system in newborns
with SMA different levels of ($M \pm \sigma$)**

Показатель Indicator	Пол Gender	СДА SMA			Средние значения, $n_m=71, n_d=66$ mean values, $n_m=71, n_d=66$
		низкая, $n_m=19, n_d=18$ low, $n_{males}=19, n_{females}=18$	средняя, $n_m=31, n_d=29$ medium, $n_{males}=31, n_{females}=29$	высокая, $n_m=21, n_d=19$ high, $n_{males}=21, n_{females}=19$	
ЧСС, уд./мин Heart Rate, BPMs	М Males	147,3±6,5**	133,40±6,76*	128,8±3,4* **	135,80±9,31
	Д Females	145,9±6,1**	132,90±5,47*	127,9±2,5* **	135,10±8,58
САД, мм рт. ст. systolic BP, mm Hg	М Males	75,3±2,3**	79,6±3,1*	82,2±1,9* **	79,2±3,6
	Д Females	74,9±2,5**	78,7±2,3*	81,8±1,7* **	78,6±3,4
ДАД, мм рт. ст. diastolic BP, mm Hg	М Males	48,1±1,9**	52,6±2,1*	59,2±2,2* **	53,3±4,7
	Д Females	47,8±2,1**	50,7±1,6*	58,9±2,1* **	51,9±4,7
ПД, усл. ед pulsatility, с.у.	М Males	27,2±0,7**	26,9±1,3*	23,0±1,5* **	25,9±2,2
	Д Females	27,0±0,9**	28,6±1,6*	23,2±1,6* **	26,60±2,68

Обсуждение. В современной отечественной литературе представлено значительное число работ, в которых рассмотрены различные функциональные показатели сердечно-сосудистой системы новорожденных. Между тем необходимо констатировать, что в данных работах определяющим является изучение функции сердечно-сосудистой системы у детей с различными патологическими состояниями: с перинатальной гипоксией [8], перинатальным поражением центральной нервной системы [9], внутриутробной задержкой роста и развития [10, 11]. Однако в рамках профилактической направленности современной медицины необходим поиск новых методик для выявления патологических состояний на доназологическом этапе. Для достижения этой цели наиболее доступным инструментом является комплексная оценка здоровья ребенка, которая уже на начальных этапах позволяет диагностировать функциональные отклонения.

Основными критериями комплексной оценки здоровья новорожденного ребенка являются: оценка особенностей онтогенеза (данные генеалогического, биологического, социального анамнеза), физического развития и психомоторного статуса, уровня резистентности и функционального состояния организма. Таким образом, наиболее полно охарактеризовать весь комплекс перечисленных показателей позволяет конституциональный подход. Конституция есть не что иное, как комплекс анатомических, физиологических и психофизиологических особенностей индивида, закрепленных генетически и определяющих формы и способы адаптации к внешнесредовым воздействиям [18]. Конституциональная принадлежность ребенка во многом определяет скорость ростовых и дифференцировочных процессов на разных этапах индивидуального развития.

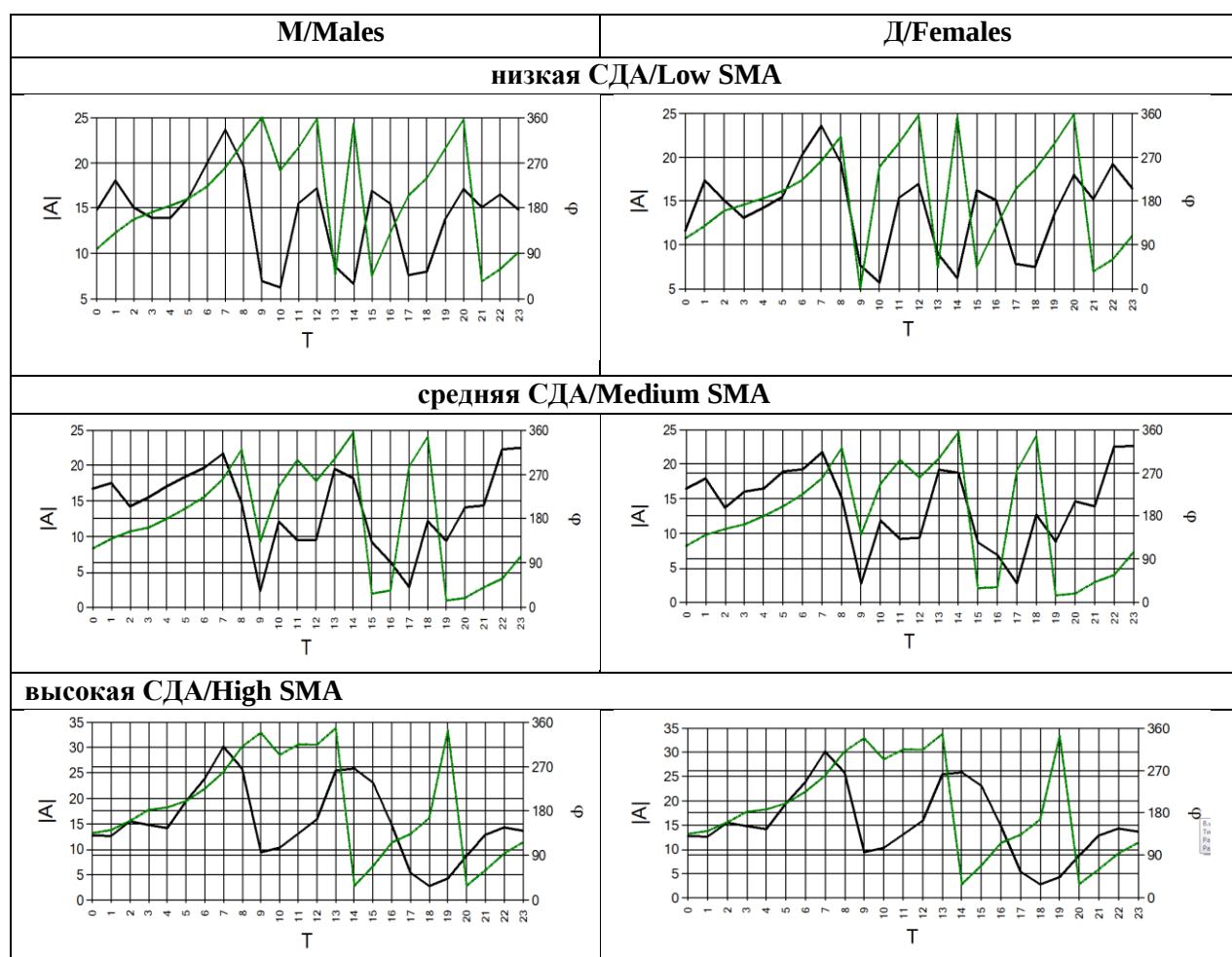


Рис. 1. Временная организация суточной динамики ЧСС у мальчиков и девочек с различным уровнем СДА
 Примечание. Ось абсцисс – время суток (T),
 левая ось ординат – амплитудная структура ритма ЧСС (A),
 правая ось ординат – фазовая структура ритма ЧСС (ω)

Fig. 1. Time organization of heart rate circadian dynamics in males and females with different SMA levels
 Note. The X-axis shows the time of day (T),
 left Y-axis determines heart rate amplitude structure (A),
 right Y-axis is heart rate phase structure (ω)

Однако достаточно широкий разброс индивидуальных вариантов вызывает существенные затруднения при оценке физического развития ребенка. Следовательно, выделение ведущего типового признака может стать объективным критерием для изучения нормативных параметров и позволит разработать четкие комплексные диагностические алгоритмы эффективного мониторинга переходных состояний.

Базовой основой для проведения данного исследования являлась концепция типологической вариативности физиологической ин-

дивидуальности – функциональных типов конституции [16, 17] с обязательным учетом роли двигательной активности при индивидуальном развитии и формировании в границах нормы реакции различных типов адаптивной модификации.

Наблюдение за показателями в течение суточного цикла позволили охарактеризовать уровень спонтанной двигательной активности как типовой индивидуальный признак и выделить три группы новорожденных: с низкой, средней и высокой спонтанной двигательной активностью. Далее нами была дана оценка

показателей сердечно-сосудистой системы новорожденных с учетом конституционального подхода. Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что каждый функциональный тип имеет свои физиологические особенности. Эти особенности в достаточной степени проявляются уже в состоянии относительного покоя (базовая типовая вариабельность).

В связи с этим имеющиеся результаты уже на данном этапе проведенных исследований позволяют не только конкретизировать понятие «физиологическая норма» и дополнить его на основе хронофизиологической оценки соответствующими критериями, но и обосновать выделение крайних вариантов типовой нормы как основу для формирования групп риска.

Выводы:

1. В результате проведенных исследований были определены индивидуально-типологические особенности СДА у новорожденных в позднем неонатальном периоде. Выделены три группы детей с низкой, средней и высокой СДА и установлены количественные суточные показатели для каждой конституциональной группы.

2. Установление количественных суточных показателей СДА с выделением трех групп детей сочеталось с выявлением статисти-

стически значимых межгрупповых различий по целому ряду антропометрических показателей. Для новорожденных с низкой СДА были характерны брахиморфия, наибольшие значения МТ, ОГ и ОГК, наименьшее значение ДТ. Для новорожденных с высокой СДА характерны долихоморфия, наименьшие значения МТ, ОГ и ОГК. У детей со средним уровнем СДА статистически значимых отличий от средних значений не выявлено.

3. По параметрам сердечно-сосудистой системы в группах с низкой и высокой СДА были выявлены конституциональные особенности. В группе детей с низкой СДА установлены более высокие показатели ЧСС, низкие показатели САД и ДАД. Обратная закономерность отмечалась в группе новорожденных с высокой СДА: наименьшие показатели ЧСС, высокие показатели САД и ДАД.

В заключение необходимо отметить, что анализ полученных результатов подтверждает физиологическую индивидуальность детского организма в позднем неонатальном периоде. Крайние варианты нормы (группы новорожденных с низкой и высокой СДА) имеют большое значение как для уточнения нормативных показателей сердечно-сосудистой системы, так и для выделения детей групп риска с последующим диспансерным наблюдением.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Антонов А.Г., Арестова Н.Н., Байбарина Е.Н., Володина Н.Н., ред. Неонатология: национальное руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009. 848.
2. Гомелла Т.Л., Эаль Ф.Г., Каннингем М.Д. Неонатология. В 2 т. М.: Бином. Лаборатория знаний; 2015. 1572.
3. Шабалов Н.П. Неонатология: учебное пособие. В 2 т. Т. 1. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019. 704.
4. Вялов С.С. Нормы в педиатрии: справочник. М.: МЕДпресс-информ; 2019. 224.
5. Царегородцева А.Д., Белозёрова Ю.М., Брегель Л.В. Кардиология детского возраста. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2014. 784.
6. Сиротина З.В. Некоторые аспекты неонатальной кардиологии. Здоровоохранение Дальнего Востока. 2017; 3 (73): 80–94.
7. Васюк Ю.А. Функциональная диагностика в кардиологии: клиническая интерпретация: учебное пособие. М.: Практическая медицина; 2009. 312.
8. Нурмагамбетова Р.А. Адаптация сердечно-сосудистой системы новорожденных, перенесших перинатальную гипоксию. Вестник Алматинского государственного института усовершенствования врачей. 2011; 2 (14): 38–42.
9. Куприянова О.О., Домарева Т.А. Вариабельность сердечного ритма у новорожденных детей с перинатальным поражением центральной нервной системы. Вестник аритмологии. 2001; 24: 35–37.

10. Иванов Д.О., Козлова Л.В., Деревцов В.В., Прийма Н.Ф. Оценка состояния сердечно-сосудистой системы у новорожденных, рожденных с внутриутробной задержкой роста. Трансляционная медицина. 2016; 3 (5): 53–63.
11. Насирова У.Ф., Шарипова М.К., Кеворкова Ю.Г. Клинико-функциональная характеристика синдрома дезадаптации сердечно-сосудистой системы у новорожденных с задержкой развития. Вопросы практической педиатрии. 2014; 9 (6): 7–10.
12. Джебраилова Т.Д., Коробейникова И.И., Дудник Е.Н., Каратыгин Н.А. Вегетативные корреляты индивидуальных различий временных параметров и результативности интеллектуальной деятельности человека. Физиология человека. 2013; 39 (1): 94–102.
13. Sudakov K.V. Theory of functional systems: a keystone of integrative biology. Cognitive Systems Monographs. 2015; 25: 153–173.
14. Судаков С.К. Физиологические механизмы предвидения будущего результата целенаправленного поведения. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2019; 105 (1): 36–42.
15. Клименко А.В., Перцов С.С., Яковенко И.Ю. Корреляционные связи индивидуально-типологических особенностей человека с показателями результативности целенаправленной деятельности и вариабельности сердечного ритма. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2019; 167 (5): 532–536.
16. Kolpakov V.V., Bessalova T.V., Tomilova E.A., Larkina N.Y., Mamchits E.V., Chernogrivova M.O., Kopytov A.A. Functional reserves and adaptive capacity of subjects with different levels of habitual physical activity. Human Physiology. 2011; 37 (1): 93–104.
17. Колпаков В.В., Томилова Е.А., Беспалова Т.В., Ларькина Н.Ю., Столбов М.В., Ткачук А.А. Хронофизиологическая оценка типологической вариабельности привычной двигательной активности человека в условиях Западной Сибири. Физиология человека. 2016; 42 (2): 100–111.
18. Доскин В.А., Косенкова Т.В., Авдеева Т.Г., Шестакова В.Н. Поликлиническая педиатрия. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ; 2002. 504.
19. Кильдиярова Р.Р. Оценка физического развития детей с помощью перцентильных диаграмм. Вопросы современной педиатрии. 2017; 16 (5): 431–437.
20. Шаламова Е.Ю., Сафонова В.Р., Рагозин О.Н., Радыш И.В., Тихонова Е.В., Гудков А.Б. Факторный анализ параметров суточной гемодинамики у студентов северного медицинского вуза. Экология человека. 2018; 3: 39–44.
21. Молчанова Ж.И., Чибисов С.М., Рагозин О.Н. Вейвлет-анализ ритмов параметров центральной гемодинамики у больных рассеянным склерозом с нарушениями когнитивного статуса. Клиническая медицина. 2017; 95: 333–337.
22. Макаров Л.М., Коломатова В.Н., Зевальд С.В., Шмидт Г., Мюллер А., Гришкин А.Н. Холтеровское мониторирование у здоровых детей первых дней жизни. Кардиология. 2009; 49 (10): 27–30.
23. Марцинкевич Г.И., Соколов А.А. Эхокардиография у детей: антропометрические и возрастные нормы. Российский педиатрический журнал. 2012; 2: 17–21.
24. Аршавский И.А. Физиологические механизмы и закономерности индивидуального развития. Основы негэнтропии, теории онтогенеза. М.: Наука; 1982. 270.
25. Безруких М.М., Баранова А.А., Щеплягина Л.А., ред. Методологические подходы к проблеме возрастного развития. Физиология роста и развития детей и подростков (теоретические и клинические вопросы): практическое руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2006: 39–67.
26. Зилов В.Г. Физиология детей и подростков: учебное пособие. М.: ООО Медицинское информационное агентство; 2008. 576.

Поступила в редакцию 19.07.2019; принята 29.10.2019.

Авторский коллектив

Гордийчук Светлана Николаевна – ассистент кафедры детских болезней педиатрического факультета, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. 625023, Россия, г. Тюмень, ул. Одесская, 54; e-mail: svgordiychuk@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6774-0968>.

Томилова Евгения Александровна – доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. 625023, Россия, г. Тюмень, ул. Одесская, 54; e-mail: tomilovaea@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1101-7628>.

Колпаков Виктор Васильевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Минздрава России. 625023, Россия, г. Тюмень, ул. Одесская, 54; e-mail: kolpakov661@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6774-0968>.

Образец цитирования

Гордийчук С.Н., Томилова Е.А., Колпаков В.В. Анализ функциональных показателей сердечно-сосудистой системы новорожденных с различным уровнем спонтанной двигательной активности. Ульяновский медико-биологический журнал. 2019; 4: 136–146. DOI: 10.34014/2227-1848-2019-4-136-146.

FUNCTIONAL CAPACITY OF CARDIOVASCULAR SYSTEM IN NEWBORNS WITH DIFFERENT LEVELS OF SPONTANEOUS MOTOR ACTIVITY

S.N. Gordiychuk, E.A. Tomilova, V.V. Kolpakov

Tyumen State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Tyumen, Russia

The concept of typological variability of the physiological individuality is considered to be the methodological basis of the research. It is proved that the level of habitual motor activity is a tempostabile personal and genetically programmed characteristic (in toddlerhood, midchildhood, adolescence, and adulthood). In age-specific physiology and pediatrics, there is also a need to determine quantitative indicators of motor activity in the early stages of ontogenesis, in particular, in the neonatal period, since, according to modern law, indicators of psychomotor status are criteria for the harmonious development of a newborn. The knowledge of the basic key characteristic – the level of spontaneous motor activity (SMA) – allows clinicians to study morphofunctional and psychophysiological characteristics of newborns.

The purpose of the paper is to conduct a comparative analysis of functional capacity of the cardiovascular system in newborns with different levels of spontaneous motor activity at rest and during the circadian cycle.

Materials and Methods. The study enrolled 137 newborns of health groups 1–2 (age: 10–14 days; gestation period: 38–42 weeks; second stage of nursing). According to SMA quantitative indicators, the authors identified three groups of newborns: with low, medium and high SMA. In each constitutional group, centile tables were used for anthropometric assessment; cardiovascular system functional capacity was evaluated at rest and during the circadian cycle.

Results. The authors distinguished three groups of newborns: with low, medium and high spontaneous motor activity. For each group the authors determined quantitative indicators of locomotion, established individual and typological anthropometric characteristics and cardiovascular indicators. Statistically significant differences were defined in the extreme groups. Newborns with low SMA are characterized by brachymorphy, high heart rates, and the lowest blood pressure indicators; newborns with high SMA demonstrate dolichomorphy, the lowest heart rates, and high blood pressure. Circadian rhythm of cardiovascular indicators was of a typical pattern.

Conclusion. Each group of newborns revealed individual typological characteristics in terms of cardiovascular indicators. The most significant differences were noted in newborns with low and high SMA, which may serve as a basis for prenatal diagnostics.

Keywords: newborns, spontaneous motor activity, functional capability, cardiovascular system.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

References

1. Antonov A.G., Arestova N.N., Baybarina E.N., Volodina N.N., ed. *Neonatologiya: natsional'noe rukovodstvo* [Neonatology: national guidelines]. Moscow: GEOTAR-Media; 2009. 848 (in Russian).
2. Gomella T.L., Eyal' F.G., Kanningam M.D. *Neonatologiya* [Neonatology]. In 2 vol. Moscow: Binom. Laboratoriya znaniy; 2015. 1572 (in Russian).
3. Shabalov N.P. *Neonatologiya: uchebnoe posobie* [Neonatology: study guide]. In 2 vol. Vol. 1. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. 704 (in Russian).
4. Vyalov S.S. *Normy v pediatrii: spravochnik* [Norms in pediatrics: manual]. Moscow: MEDpress-inform; 2019. 224 (in Russian).
5. Tsaregorodtseva A.D., Belozerova Yu.M., Bregel' L.V. *Kardiologiya detskogo vozrasta* [Cardiology of childhood]. Moscow: GEOTAR-Media; 2014. 784 (in Russian).
6. Sirotina Z.V. Nekotorye aspekty neonatal'noy kardiologii [Aspects of neonatal cardiology]. *Zdravookhranenie Dal'nego Vostoka*. 2017; 3 (73): 80–94 (in Russian).
7. Vasyuk Yu.A. *Funktsional'naya diagnostika v kardiologii: klinicheskaya interpretatsiya: uchebnoe posobie* [Functional diagnostics in cardiology: clinical interpretation: study guide]. Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2009. 312 (in Russian).
8. Nurmagametova R.A. Adaptatsiya serdechno-sosudistoy sistemy novorozhdennykh, perenessikh perinatal'nuyu gipoksiyu. *Vestnik Almatinskogo gosudarstvennogo instituta usovershenstvovaniya vrachey* [Adaptation of the cardiovascular system in newborns after perinatal hypoxia]. 2011; 2 (14): 38–42 (in Russian).
9. Kupriyanova O.O., Domareva T.A. Variabel'nost' serdechnogo ritma u novorozhdennykh detey s perinatal'nym porazheniem tsentral'noy nervnoy sistemy [Heart rate variability in newborns with perinatal injury of the central nervous system]. *Vestnik aritmologii*. 2001; 24: 35–37 (in Russian).
10. Ivanov D.O., Kozlova L.V., Derevtsov V.V., Priyma N.F. Otsenka sostoyaniya serdechno-sosudistoy sistemy u novorozhdennykh, rozhdennykh s vnutritrobnoy zaderzhkoy rosta [Assessment of cardiovascular system in newborns born with intrauterine growth retardation]. *Translyatsionnaya meditsina*. 2016; 3 (5): 53–63 (in Russian).
11. Nasirova U.F., Sharipova M.K., Kevorkova Yu.G. Kliniko-funktsional'naya kharakteristika sindroma dezadaptatsii serdechno-sosudistoy sistemy u novorozhdennykh s zaderzhkoy razvitiya [Clinical and functional characteristics of cardiovascular maladaptation syndrome in newborns with arrested development]. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2014; 9 (6): 7–10 (in Russian).
12. Dzhebrailova T.D., Korobeynikova I.I., Dudnik E.N., Karatygin N.A. Vegetativnye korrelyaty individual'nykh razlichiy vremennykh parametrov i rezul'tativnosti intellektual'noy deyatel'nosti cheloveka [Vegetative correlates of individual differences in time parameters and efficacy of human intellectual activity]. *Fiziologiya cheloveka*. 2013; 39 (1): 94–102 (in Russian).
13. Sudakov K.V. Theory of functional systems: a keystone of integrative biology. *Cognitive Systems Monographs*. 2015; 25: 153–173.
14. Sudakov S.K. Fiziologicheskie mekhanizmy predvideniya budushchego rezul'tata tselenapravlenno go povedeniya [Physiological mechanisms of anticipation of result of future behavior]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2019; 105 (1): 36–42 (in Russian).
15. Klimenko A.V., Pertsov S.S., Yakovenko I.Yu. Korrelyatsionnye svyazi individual'no-tipologicheskikh osobennostey cheloveka s pokazatelyami rezul'tativnosti tselenapravlennoy deyatel'nosti i variabel'nosti serdechnogo ritma [Correlation analysis of performance of purposeful activity and parameters of heart rate variability in people with different individual-typological characteristics]. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*. 2019; 167 (5): 532–536 (in Russian).
16. Kolpakov V.V., Bupalova T.V., Tomilova E.A., Larkina N.Y., Mamchits E.V., Chernogrivova M.O., Kopytov A.A. Functional reserves and adaptive capacity of subjects with different levels of habitual physical activity. *Human Physiology*. 2011; 37 (1): 93–104.
17. Kolpakov V.V., Tomilova E.A., Bupalova T.V., Lar'kina N.Yu., Stolbov M.V., Tkachuk A.A. Khrono-fiziologicheskaya otsenka tipologicheskoy variabel'nosti privychnoy dvigatel'noy aktivnosti cheloveka v usloviyakh Zapadnoy Sibiri [Chronophysiological assessment of habitual physical activity in humans in Western Siberia]. *Fiziologiya cheloveka*. 2016; 42 (2): 100–111 (in Russian).
18. Doskin V.A., Kosenkova T.V., Avdeeva T.G., Shestakova V.N. Poliklinicheskaya pediatriya [Outpatient pediatrics]. Moscow: GOU VUNMTs MZ RF; 2002. 504 (in Russian).

19. Kil'diyarova R.R. Otsenka fizicheskogo razvitiya detey s pomoshch'yu pertsentil'nykh diagramm [Assessment of children's physical development children with percentile diagrams]. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2017; 16 (5): 431–437 (in Russian).
20. Shalamova E.Yu., Safonova V.R., Ragozin O.N., Radysh I.V., Tikhonova E.V., Gudkov A.B. Faktornyy analiz parametrov sutochnoy gemodinamiki u studentov severnogo meditsinskogo vuza [Factor analysis of daily hemodynamic parameters in students of the Northern Medical University]. *Ekologiya cheloveka*. 2018; 3: 39–44 (in Russian).
21. Molchanova Zh.I., Chibisov S.M., Ragozin O.N. Veyvlet-analiz ritmov parametrov tsentral'noy gemodinamiki u bol'nykh rasseyannym sklerozom s narusheniyami kognitivnogo statusa [Wavelet analysis of rhythms of central hemodynamic parameters in patients with multiple sclerosis associated with cognitive impairment]. *Klinicheskaya meditsina*. 2017; 95: 333–337 (in Russian).
22. Makarov L.M., Komolyatova V.N., Zeval'd S.V., Shmidt G., Myuller A., Grishkin A.N. Kholterovskoe monitorirovaniye u zdorovykh detey pervykh dnei zhizni [Holter monitoring in healthy newborns]. *Kardiologiya*. 2009; 49 (10): 27–30 (in Russian).
23. Martsinkevich G.I., Sokolov A.A. Ekhokardiografiya u detey: antropometricheskie i vozrastnye normy [Echocardiography in children: anthropometric and age norms]. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2012; 2: 17–21 (in Russian).
24. Arshavskiy I.A. Fiziologicheskie mekhanizmy i zakonomernosti individual'nogo razvitiya [Physiological mechanisms and patterns of individual development]. *Osnovy negentropii, teorii ontogeneza*. Moscow: Nauka; 1982. 270 (in Russian).
25. Bezrukih M.M., Baranova A.A., Shcheplyagina L.A., ed. *Metodologicheskie podkhody k probleme vozrastnogo razvitiya. Fiziologiya rosta i razvitiya detey i podrostkov (teoreticheskie i klinicheskie voprosy): prakticheskoe rukovodstvo* [Methodological approaches to the problem of age development. Growth and developmental physiology of children and adolescents (theoretical and clinical issues): practical manual]. Moscow: GEOTAR-Media; 2006: 39–67 (in Russian).
26. Zilov V.G. *Fiziologiya detey i podrostkov: uchebnoye posobie* [Physiology of children and adolescents: training manual]. Moscow: OOO Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo; 2008. 576 (in Russian).

Received 19 July 2019; Accepted 29 October 2019.

Information about the authors

Gordiychuk Svetlana Nikolaevna, teaching assistant, Chair of Childhood Diseases, Department of Pediatrics, Tyumen State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 625023, Russia, Tyumen, Odesskaya St., 54; e-mail: svgordiychuk@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6512-8329>.

Tomilova Evgeniya Aleksandrovna, Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Chair of Normal Physiology, Tyumen State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 625023, Russia, Tyumen, Odesskaya St., 54; e-mail: tomilovaea@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1101-7628>.

Kolpakov Viktor Vasil'evich, Doctor of Sciences (Medicine), Professor, Head of the Chair of Normal Physiology, Tyumen State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation. 625023, Russia, Tyumen, Odesskaya St., 54; e-mail: tomilovaea@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6774-0968>.

For citation

Gordiychuk S.N., Tomilova E.A., Kolpakov V.V. Analiz funktsional'nykh pokazateley serdechno-sosudistoy sistemy novorozhdennykh s razlichnym urovnem spontannoy dvigatel'noy aktivnosti [Functional capacity of cardiovascular system in newborns with different levels of spontaneous motor activity]. *Ul'yanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal*. 2019; 4: 136–146. DOI: [10.34014/2227-1848-2019-4-136-146](https://doi.org/10.34014/2227-1848-2019-4-136-146).