

УДК/UDC 616.711-007.55-053.2-073

## Биоимпедансометрия как метод донозологической диагностики состояния здоровья и сопутствующих нарушений у детей со сколиозом

Самохина Надежда Вячеславовна  
старший преподаватель кафедры гигиены детей и подростков  
Белорусский государственный медицинский университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [gdp@bsmu.by](mailto:gdp@bsmu.by)

Борисова Татьяна Станиславовна  
кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой гигиены детей и подростков  
Белорусский государственный медицинский университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [gdp@bsmu.by](mailto:gdp@bsmu.by)

Кушнерук Анна Валерьевна  
старший преподаватель кафедры гигиены детей и подростков  
Белорусский государственный медицинский университет  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: [gdp@bsmu.by](mailto:gdp@bsmu.by)

### Аннотация

В статье представлены результаты оценки физического развития, компонентного состава тела и типа телосложения учащихся 1-5 классов санаторной школы-интерната для детей с нарушениями костно-мышечной системы и соединительной ткани. Изложены данные о соответствии массы тела росту и гармоничности физического развития обследованных детей. На основе результатов биоимпедансометрии описано распределение учащихся со сколиозом в зависимости от уровней содержания основных компонентов тела: воды, белка, мышц, костной ткани, телесного жира, висцерального жира, а также от величины скорости базового метаболизма. Представлена структура распределения обследованных учащихся в зависимости от типа их телосложения. Обоснована целесообразность применения биоимпедансометрии как метода ранней диагностики состояния здоровья и сопутствующей патологии у детей со сколиозом.

**Ключевые слова:** здоровье, дети, сколиоз, биоимпедансометрия, физическое развитие, диагностика.

## Bioimpedansometry as a method for the early diagnosis of health conditions and comorbidity in children with scoliosis

Samokhina Nadezhda Vyacheslavovna

Senior Lecturer, Department of Childhood and Adolescent Hygiene

Belarusian Medical State University

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: [gdp@bsmu.by](mailto:gdp@bsmu.by)

Borisova Tatyana Stanislavovna

PhD, Associate Professor, Head of the Department of Childhood and Adolescent Hygiene

Belarusian Medical State University

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: [gdp@bsmu.by](mailto:gdp@bsmu.by)

Kushneruk Anna Valerevna

Senior Lecturer, Department of Childhood and Adolescent Hygiene

Belarusian Medical State University

Minsk, Republic of Belarus

e-mail: [gdp@bsmu.by](mailto:gdp@bsmu.by)

### Abstract

The article presents the results of assessing the physical development, body composition and body type of schoolchildren of the sanatorium boarding school for children with musculoskeletal and connective tissue disorders. The data on the correspondence of body weight to the growth and harmony of the physical development of the examined children are presented. Based on the results of bioimpedansometry, the distribution of schoolchildren with scoliosis is described depending on the levels of content of the main components of the body: water, protein, muscles, bone tissue, body fat, visceral fat, as well as on the rate of basic metabolism. The structure of the distribution of examined schoolchildren depending on the type of their physique is presented. The feasibility of using bioimpedansometry as a method for early diagnosis of health status and comorbidity in children with scoliosis is justified.

**Key words:** health, children, scoliosis, bioimpedansometry, physical development, diagnosis

Состояние здоровья подрастающего поколения в настоящее время характеризуется устойчивой неблагоприятной динамикой. В

наибольшей степени на снижение резервов здоровья у детей оказывают нарушения костно-мышечной системы [1].

Интегральным показателем состояния здоровья детей, чутко реагирующим на любые его изменения, является физическое развитие. В свою очередь достоверным критерием диагностики его нарушений считается индекс массы тела (ИМТ). Оценка ИМТ дает возможность установления избытка или недостатка массы тела у детей, негативно влияющих на состояние их здоровья [2].

Однако, соответствие массы тела росту и возрастно-половым стандартам не всегда является свидетельством состояния здоровья. В донозологической диагностике для констатации состояния полного здоровья важно владение данными компонентного состава тела. Для оценки компонентной структуры тела в современных условиях широко применяется метод биоимпедансометрии, позволяющий измерять активное и реактивное сопротивление (биоимпеданс) тела человека и его сегментов на различных частотах и на основании этого получать расчетные значения параметров состава тела и скорости метаболических процессов, а также оценивать их соответствие с индивидуально рассчитанными интервалами нормальных значений каждого параметра [3].

В рамках исследования проведена оценка физического развития, состава тела и типа телосложения у 77 учащихся 1-5 классов государственного учреждения образования «Санаторная школа-интернат №9 г. Минска для детей с заболеваниями костно-мышечной системы и соединительной ткани».

Для оценки физического развития измерялись антропометрические показатели (рост с помощью ростомера и масса тела с помощью медицинских весов) и рассчитывался индекс массы тела, позволяющий установить соответствие массы тела росту и гармоничность физического развития [4].

Для изучения состава тела (общего процента содержания жировых тканей, индекса висцерального жира, доли мышц, костной массы, процента содержания воды и белка, скорости основного обмена веществ) и типа телосложения использовался метод биоимпедансометрии (биоимпедансные весы), основанный на измерении электрической проводимости биологических тканей, активного и реактивного сопротивления тела человека и/или его сегментов на различных частотах [5].

Оценка весоростового соотношения по ИМТ у школьников со сколиозом представлена в таблице 1.

**Распределение учащихся в зависимости от весоростового соотношения по ИМТ**

Оценка весоростового соотношения	% от выборки
Дефицит массы тела	33,8
Масса тела соответствует росту	37,7
Избыток массы тела	28,6

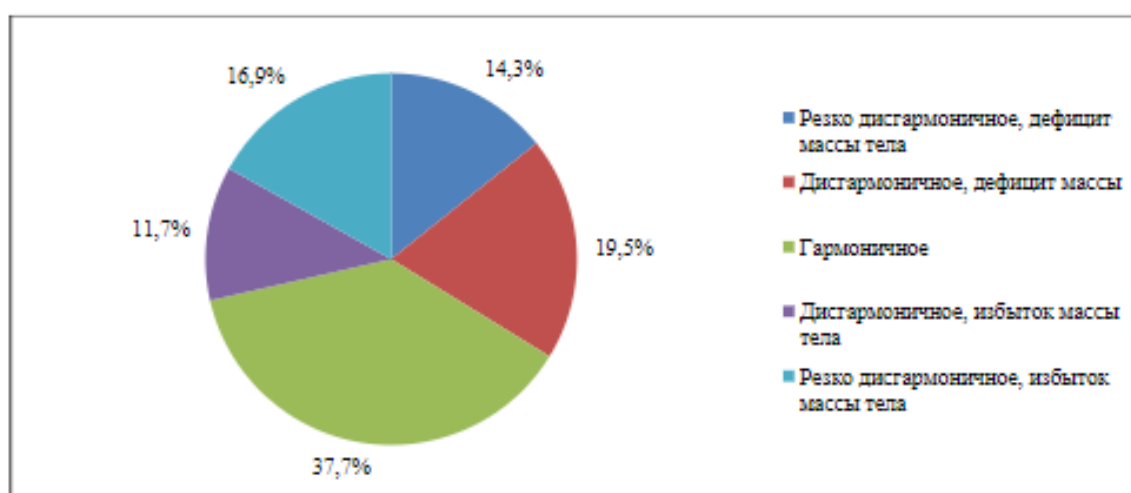
*Таблица 1*

Так, масса тела соответствует росту лишь у 37,7% обследованных школьников. У преобладающего большинства учащихся со сколиозом регистрируется отклонение массы тела от возрастно-половых

нормативов, в основном за счет её дефицита. Избыток и дефицит массы тела выявлены у 28,6% и 33,8% детей со сколиозом соответственно.

На основании полученных значений ИМТ проведен анализ степени гармоничности физического развития обследованных учащихся (рисунок 1).

*Структура распределения учащихся в зависимости от степени гармоничности их физического развития*



*Рисунок 1*

Как видно на представленном рисунке, гармоничное физическое развитие регистрируется лишь у 37,7% школьников со сколиозом. Дисгармоничное физическое развитие вследствие избытка и дефицита массы тела свойственно 11,7% и 19,5% участникам исследования соответственно. Резко дисгармоничное физическое развитие из-за выраженного избытка или дефицита массы тела имеет место у 16,9% и 14,3% обследованных детей соответственно.

В количественном соотношении оценить различные компоненты состава тела детей позволило проведение биоимпедансометрии.

Так, для максимально эффективного функционирования организма необходимо поддерживать достаточный уровень жидкости. Поэтому в рамках исследования проведена оценка содержания воды в организме детей контрольной группы (табл. 2).

**Распределение обследованных детей в зависимости от содержания воды в их организме**

Уровень воды в организме	% от выборки
Отличный	71,2
Нормальный	28,8
Недостаточный	0,0

*Таблица 2*

Как видно из представленных в таблице данных, содержание воды в организме всех детей контрольной группы соответствует отличному и нормальному уровням у 71,2% и 28,8% школьников соответственно.

Достаточно важным структурным компонентом, участвующим практически во всех обменных процессах и определяющим уровень резистентности организма, является белок. Обеспеченность им организма обследованных детей представлена в таблице 3.

Так, практически у всех учащихся со сколиозом (98,6%) отмечается недостаточный уровень содержания белка в организме, что указывает на наличие нарушения обменных процессов и сниженную резистентность обследованной когорты детей.

**Распределение обследованных детей в зависимости от уровня содержания белка в организме**

Уровень содержания белка в организме	% от выборки
Отличный	0,0
Нормальный	1,4
Недостаточный	98,6

*Таблица 3*

Костная масса определяет прочность опорно-двигательного аппарата организма ребенка и его устойчивость к деформациям. Её содержание во многом определяется степенью сбалансированности питания, включая достаточный уровень поступления кальция, а также общим уровнем физического развития и физической подготовленности ребенка. Результаты оценки костной массы у участников исследования представлены в таблице 4.

**Распределение обследованных детей в зависимости от уровня содержания костной массы в их организме**

Уровень содержания костной массы	% от выборки
Отличный	52,0
Нормальный	37,0
Недостаточный	11,0

*Таблица 4*

Для большинства обследованных детей (89,0%) характерен отличный и приемлемый уровень содержания костной массы в

организме, её недостаток наблюдается лишь у 11,0% детей со сколиозом.

Одним из важных компонентов опорно-двигательного аппарата, обеспечивающим оптимальный диапазон двигательной активности организма ребенка, уровень функционирования внутренних органов и подверженность нарушениям являются мышцы. У детей со сколиозом зачастую регистрируется снижение мышечной массы тела. Показатель мышечной массы, включающей скелетные мышцы и гладкую мускулатуру, обследованных учащихся представлен в таблице 5.

**Распределение обследованных детей в зависимости от уровня содержания мышечной массы в их организме**

Уровень содержания мышечной массы	% от выборки
Отличный	6,8
Нормальный	43,8
Недостаточный	49,3

*Таблица 5*

Представленные в таблице данные демонстрируют снижение мышечной массы в организме практически половины (49,3%) обследованных детей, что согласуется с данными клинических наблюдений других исследователей [6].

Недостаток мышечной массы при общей массе тела, соответствующей росту и возрасту детей, как правило, восполняется жировым компонентом тела. Избыток жира в организме, особенно в детском возрасте, способствует ухудшению функционального



состояния ряда органов и систем и увеличению риска формирования неинфекционных заболеваний.

Результаты анализа содержания телесного жира у школьников со сколиозом представлены в таблице 6.

**Распределение обследованных детей в зависимости от содержания телесного жира в организме**

Уровень содержания телесного жира	% от выборки
Ожирение	13,7
Избыток	37,0
Нормальный уровень	35,6
Ниже нормы	9,6
Отсутствие	4,1

*Таблица 6*

Так, нормальный уровень телесного жира выявлен лишь у 35,6% обследованных детей, его избыточное содержание имеет место у 50,7% учащихся, причем у 13,7% из них содержания телесного жира классифицируется как ожирение. У 13,7% отмечается недостаточное содержание телесного жира. Как избыток, так и недостаток телесного жира неблагоприятно сказывается на морфофункциональном статусе организма, вызывая предрасположенность к широкому кругу функциональных нарушений и патологии. Избыток жировой ткани может говорить о том, что в организме много висцерального жира, который затрудняет получение внутренними органами необходимых питательных веществ.

Внутренний (висцеральный) жир – это жир, располагающийся в абдоминальной области и окружающий внутренние органы. Избыток его накопления, как правило, связан с нарушениями обмена веществ и ведет к затруднению нормального функционирования органов и систем. Он аккумулирует гормоны, производимые организмом, уменьшая чувствительность тканей к инсулину и таким образом может вызывать диабет и другие серьезные заболевания, в том числе бронхиальную астму и онкологические заболевания. Показатели повышенного содержания висцерального жира в организме являются предикторами риска сердечно-сосудистых заболеваний, повышения кровяного давления и развития диабета. Индекс внутреннего жира у всех обследованных школьников соответствует нормальному уровню, поэтому регистрируемые отклонения в содержании жира в организме следует расценивать как донозологические нарушения, которые могут быть откорректированы оптимальными режимами двигательной активности детей со сколиозом.

Морфофункциональный статус и состояние здоровья человека во многом определяются скоростью и стабильностью метаболизма питательных веществ. Интенсивность метаболизма в биоимпедансометрии измеряется величиной базовой скорости обмена веществ (уровня метаболизма) – минимальной скорости расходования энергии на единицу времени в состоянии покоя для обеспечения всех жизненных процессов (дыхания, кровообращения и т.д.). От данного процесса зависит, насколько оперативно клетки организма получают необходимые питательные элементы. Соответственно, его отклонения в любую сторону небезразличны для организма человека, тем более

растущего. Распространенность различных уровней базового метаболизма питательных у детей со сколиозом представлена в таблице 7.

**Распределение обследованных детей в зависимости от базовой скорости основного обмена веществ**

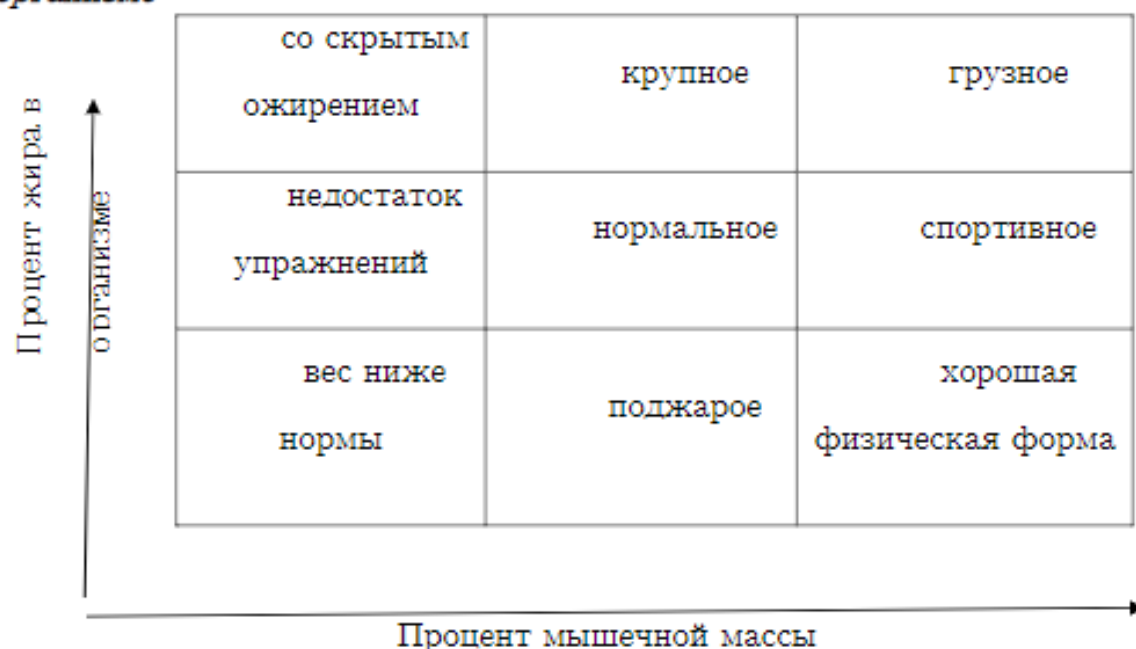
Уровень базовой скорости обмена веществ	% от выборки
Отличный	1,4
Нормальный	2,7
Низкий	95,9

*Таблица 7*

Как видно из представленных в таблице данных практически для всех обследованных детей группы контроля (95,9%) характерна низкая скорость базового обмена веществ. Замедление скорости обмена веществ ведет к несвоевременной доставке органам и тканям организма необходимых питательных веществ и энергии. Жиры при этом не подвергаются расщеплению и аккумулируются в жировые депо. Все это не только приводит в возможным нарушениям питания, но и риску возникновения в организме ряда дисфункциональных отклонений, включая развитие дистрофических процессов опорно-двигательного аппарата.

Соотношение процента жира и процента мышечной массы организма определяет тип телосложения (рисунок 2).

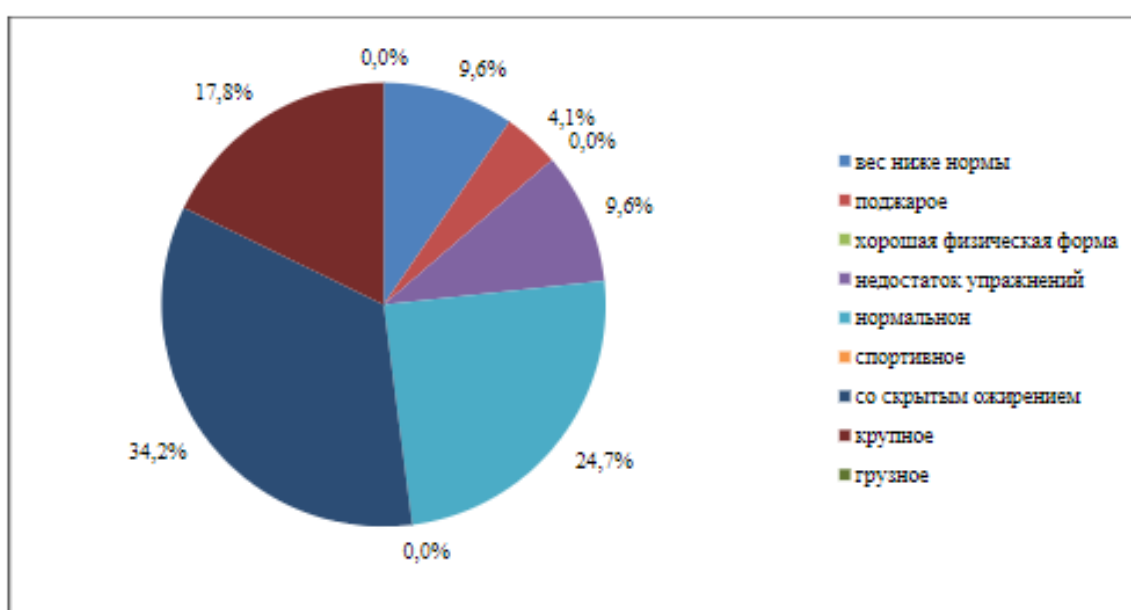
*Типы телосложения с учетом доли жира и мышечной массы в организме*



*Рисунок 2*

В рамках исследования оценена распространенность типов телосложения среди учащихся со сколиозом (рисунок 3).

*Структура распределения детей группы контроля в зависимости от типа их телосложения*



*Рисунок 3*

Согласно представленным результатам исследования, нормальное телосложение встречается лишь у каждого четвертого ребенка со сколиозом (24,7% от числа обследованных детей), при этом в группе контроля вовсе отсутствуют дети спортивного телосложения и имеющие хорошую физическую форму. У большинства обследованных детей регистрируются типы телосложения с повышенным содержанием жира в организме: скрытое ожирение (34,2%), крупное телосложение (17,8%) и с недостатком физических упражнений (9,6%).

В результате оценки физического развития, состава тела и типа телосложения детей со сколиозом установлено, что:

- масса тела соответствует росту лишь у 37,7% обследованных школьников, у преобладающего большинства учащихся со сколиозом регистрируется отклонение массы тела от возрастно-половых нормативов: у 28,6% за счет её избытка и 33,8% вследствие её дефицита;

- для преобладающего большинства детей со сколиозом характерна дисгармоничность физического развития различной степени выраженности: дисгармоничное физическое развитие вследствие избытка и дефицита массы тела регистрируется у 11,7% и 19,5% соответственно; резко дисгармоничное физическое развитие из-за выраженного избытка или дефицита массы тела имеет место у 16,9% и 14,3% обследованных детей соответственно;

- среди обследованных учащихся широко распространены различные отклонения в составе тела, подтвержденные методами биоимпедансометрии: недостаточный уровень белка (у 98,6% от числа

обследованных), дефицит мышечной массы (у 49,4%), повышенное содержание телесного жира (у 50,7%, в том числе у 13,7% классифицируемое как ожирение), низкий уровень базовой скорости обмена веществ (у 95,9%);

– нормальное телосложение встречается лишь у каждого четвертого ребенка со сколиозом (24,7%) и вовсе отсутствуют дети спортивного телосложения и имеющие хорошую физическую форму, у большинства регистрируются типы телосложения с повышенным содержанием жира в организме: скрытое ожирение (34,2%), крупное телосложение (17,8%) и с недостатком физических упражнений (9,6%).

#### Список литературы:

1. Пономоренко И. И. Социально-гигиенические аспекты коррекции нарушений костно-мышечной системы у детей в дошкольной организации / И. И. Пономоренко, Н. И. Новичкова, О. Г. Черкашин // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. 2015. № 7-6. С. 43-47.
2. Намазова-Баранова Л. С. Оценка физического развития детей среднего и старшего школьного возраста: анализ результатов одномоментного исследования / Л. С. Намазова-Баранова, К. А. Елецкая, Е. В. Кайтукова и др. // Педиатрическая фармакология. 2018. № 15 (4). С.333-342.
3. Зыбалова Т. С. Биоимпедансный анализ в клинической практике / Т. С. Зыбалова // Внутренние болезни сегодня: сб. науч. тр., посвящ. 100-летию УО «Белорусский государственный медицинский университет» / под ред. Е. Л. Трисветовой. Минск, 2021. С. 79-90.
4. Борисова Т. С., Лабодаева Ж. П. Гигиеническая оценка состояния здоровья детей и подростков: метод. рекомендации. 3-е изд., доп. и испр. Минск: БГМУ, 2017. 50 с.
5. Гайворонский И. В. Биоимпедансометрия как метод оценки компонентного состава тела (обзор литературы) / И. В. Гайворонский, Г. И. Ничипорук, И. Н. Гайворонский и др. // Вестник СПбГУ. Медицина. 2017. № 12 (4). С. 365-384.
6. Гирш Я. В. Роль и место биоимпедансного анализа в оценке состава тела детей и подростков с различной массой тела / Я. В. Гирш, О. А. Герасимчик // Бюллетень сибирской медицины. 2018. № 2(17). С. 121-132.