

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНТРОПОМЕТРИИ И БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
ИМПЕДАНСНОГО АНАЛИЗА**

Шерманов Абдували Ортикович

<https://orcid.org/0009-0005-8657-5909>

shermanov356abduvali@gmail.com. (90)969-96-80

Кафедра анатомии человека и ОХТА, Ташкентский государственный
медицинский университет, Ташкент, Узбекистан

АННОТАЦИЯ

Введение: Оценка физического развития детей дошкольного возраста остаётся актуальной задачей современной педиатрии и морфологии, особенно при учёте компонентного состава тела наряду с традиционными антропометрическими показателями.

Цель: провести комплексную оценку физического развития детей дошкольного возраста на основе антропометрических измерений и биоэлектрического импедансного анализа.

Материалы и методы: Проведено поперечное исследование среди детей 3–6 лет, посещающих дошкольные образовательные учреждения города Жиззаха, Узбекистан. Изучены показатели длины и массы тела, окружности грудной клетки, индекса массы тела (ИМТ). Параметры состава тела (жировая масса, безжировая масса, общая вода организма) определялись методом биоэлектрического импедансного анализа. Оценка данных проводилась с использованием Z-score методики в соответствии со стандартами World Health Organization.

Результаты: Установлено, что при сходных антропометрических показателях у детей выявляются значимые различия в компонентном составе тела, обусловленные половыми особенностями. Отмечены вариации жировой массы, безжировой массы и общей воды организма.

Заключение: Комплексное применение антропометрии и биоимпедансного анализа повышает информативность оценки физического развития и позволяет выявлять скрытые формы дисгармоничного роста у детей дошкольного возраста.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста; антропометрия; биоимпедансный анализ; физическое развитие; состав тела; индекс массы тела; Z-score; жировая масса; безжировая масса; общая вода организма; половые различия; морфофункциональное состояние

АННОТАЦИЯ

Қириш: Мактабгача ёшдаги болаларнинг жисмоний ривожланишини баҳолаш замонавий педиатрия ва морфологиянинг долзарб масалаларидан бири бўлиб, анъанавий антропометрик кўрсаткичлар билан бир қаторда тананинг компонент таркибини ҳисобга олиш муҳим аҳамиятга эга.

Мақсад: Мактабгача ёшдаги болаларда жисмоний ривожланишни антропометрия ва биоэлектрик импеданс таҳлили асосида комплекс баҳолаш.

Материаллар ва усуллар: Тадқиқот Жиззах шаҳридаги мактабгача таълим муассасаларида тарбияланаётган 3–6 ёшли болалар ўртасида ўтказилди. Тана узунлиги, вазни, қўқрак айланаси ва тана массаси индекси ўлчанди. Тананинг компонент таркиби (ёғ массаси, ёғсиз масса, умумий сув миқдори) биоимпеданс усули

орқали аниқланди. Олинган маълумотлар Z-score усули орқали World Health Organization стандартларига мувофиқ баҳоланди.

Натижалар: Антропометрик кўрсаткичлар ўхшаш бўлишига қарамай, болаларда тананинг компонент таркибиди жинсга боғлиқ фарқлар аниқланди. Ёғ массаси, ёғсиз масса ва умумий сув миқдориди сезиларли тафовутлар кузатилди.

Хулоса: Антропометрия ва биоимпеданс таҳлилининг биргаликда қўлланилиши жисмоний ривожланишни баҳолаш аниқлигини оширади ҳамда мактабгача ёшдаги болаларда яширин дисгармоник ўсиш ҳолатларини аниқлаш имконини беради.

Калим сўзлар: мактабгача ёшдаги болалар; антропометрия; биоимпеданс таҳлили; жисмоний ривожланиш; тана таркиби; тана массаси индекси; Z-score; ёғ массаси; ёғсиз масса; умумий сув; жинсий фарқлар; морфофункционал ҳолат

ABSTRACT

Background: Assessment of physical development in preschool children remains an important issue in modern pediatrics and morphology, particularly when body composition parameters are considered alongside traditional anthropometric indicators.

Objective: To conduct a comprehensive evaluation of physical development in preschool children based on anthropometric measurements and bioelectrical impedance analysis.

Methods: A cross-sectional study was carried out among children aged 3–6 years attending preschool institutions in Jizzakh, Uzbekistan. Body height, weight, chest circumference, and body mass index (BMI) were measured. Body composition parameters, including fat mass, fat-free mass, and total body water, were assessed using bioelectrical impedance analysis. Data were evaluated using the Z-score method in accordance with World Health Organization standards.

Results: Despite similar anthropometric indicators, significant differences in body composition were identified, mainly associated with sex-related characteristics. Variations in fat mass, fat-free mass, and total body water were observed.

Conclusion: The combined use of anthropometry and bioelectrical impedance analysis improves the accuracy of physical development assessment and allows identification of latent forms of growth disharmony in preschool children.

Keywords: preschool children; anthropometry; bioelectrical impedance analysis; physical development; body composition; body mass index; Z-score; fat mass; fat-free mass; total body water; sex differences; morphofunctional status

ВВЕДЕНИЕ

Физическое развитие в дошкольном возрасте целесообразно рассматривать не только как увеличение длины и массы тела, но и как показатель адаптации ребёнка к условиям питания, двигательной активности и режиму дня. В педиатрии, детской гигиене и морфологии эти данные используются для раннего выявления отклонений роста, оценки нутритивного статуса и определения детей, которым требуется профилактическое наблюдение.

На практике чаще всего применяют простые антропометрические измерения: длину тела, массу тела, окружность грудной клетки и расчёт индекса массы тела. Их преимущество заключается в доступности и возможности массового обследования. Вместе с тем такие показатели описывают главным образом внешние размеры тела и не показывают, за счёт какого компонента формируется масса ребёнка — жирового, мышечного или водного.

По этой причине в настоящей работе наряду с антропометрией использован биоэлектрический импедансный анализ. Метод позволяет без инвазивного вмешательства оценить жировую массу, безжировую массу и общую воду организма.

Для детей 3–6 лет это особенно важно, поскольку одинаковые значения ИМТ могут соответствовать разной структуре тела и, следовательно, разному уровню морфофункциональной зрелости.

Сочетание двух подходов делает оценку более содержательной: антропометрия отражает размерные характеристики, а ВИА уточняет внутреннее соотношение компонентов тела. Такой формат обследования даёт возможность не ограничиваться констатацией “норма/отклонение” по росту и массе, а выявлять скрытые варианты дисгармоничного развития на раннем этапе.

Актуальность данного направления усиливается изменением образа жизни дошкольников: снижается повседневная двигательная активность, меняется рацион питания, увеличивается доля времени, проводимого в помещении. В этих условиях даже при внешне благополучных антропометрических значениях могут формироваться неблагоприятные сдвиги в составе тела.

Целью исследования стало комплексное изучение физического развития детей 3–6 лет города Жиззаха с сопоставлением антропометрических показателей и данных биоэлектрического импедансного анализа. Полученные результаты ориентированы на уточнение региональной оценки роста и развития, а также на повышение практической информативности профилактических осмотров.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В доступной литературе подчёркивается, что состав тела у детей является самостоятельной характеристикой роста, дополняющей традиционные антропометрические показатели. ИМТ, длина тела и окружности остаются необходимыми для массового скрининга, однако они не позволяют разделить жировой и безжировой компоненты массы тела. Именно это ограничение объясняет возрастающий интерес к биоимпедансному анализу в педиатрических исследованиях. Исследования с использованием ВИА показывают, что у детей уже в раннем возрасте могут выявляться половые различия в распределении жировой и мышечной массы [1]. Сопоставление биоимпедансных данных с DXA в отдельных педиатрических группах также подтверждает, что ВИА может применяться как удобный неинвазивный метод для оценки состава тела [8].

Для дошкольного возраста эта проблема имеет особое значение. В ряде работ отмечено, что при внешне нормальных показателях роста и массы у детей могут сохраняться изменения безжировой массы и других компонентов тела [9]. Следовательно, стандартная антропометрия не всегда достаточна для полноценной морфофункциональной характеристики ребёнка.

Валидационные исследования подчёркивают, что при интерпретации результатов необходимо учитывать популяционные, региональные и этнические особенности [6]. Это положение важно и для детей Узбекистана, поскольку использование только усреднённых зарубежных нормативов может снижать точность индивидуальной оценки.

Систематические обзоры показывают, что разные антропометрические индикаторы неодинаково отражают жировую массу у детей и подростков [10]. Дополнительный интерес представляет фазовый угол ВИА, который рассматривается как показатель клеточного и нутритивного состояния, хотя его использование у детей требует осторожной возрастной интерпретации [4].

На показатели состава тела влияют питание, двигательная активность, режим сна и социально-психологические условия. В исследованиях, посвящённых дошкольникам, эти факторы рассматриваются как часть единого

биопсихосоциального комплекса, определяющего темпы роста и особенности телосложения [5,7].

Практическая ценность ВИА подтверждается и интервенционными работами: при коррекции питания, избытка массы тела или отдельных хронических состояний метод позволяет отслеживать изменения не только массы тела, но и её компонентной структуры [2,3]. Это делает биоимпедансный анализ полезным инструментом динамического наблюдения.

Таким образом, анализ литературы показывает необходимость объединения антропометрии и ВИА при оценке физического развития. Для дошкольников такой подход даёт более точное представление о гармоничности роста, позволяет раньше выделять группы риска и служит основой для профилактических рекомендаций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование выполнено среди воспитанников дошкольных образовательных учреждений города Жиззаха. В выборку включены 360 детей 3–6 лет: 180 мальчиков и 180 девочек. Участники отбирались при наличии информированного согласия родителей или законных представителей; дети с выраженными острыми состояниями и грубыми нарушениями развития в обследование не включались. Работа проводилась с соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации. Программа обследования включала два блока: стандартную антропометрию и биоэлектрический импедансный анализ. Такой дизайн позволил сопоставить привычные размерные показатели тела с данными о его компонентном составе. Антропометрические измерения выполнялись по единой схеме. Длина тела фиксировалась ростомером с точностью до 0,1 см; масса тела — электронными весами с точностью до 0,1 кг. Окружность грудной клетки измерялась сантиметровой лентой при спокойном дыхании. Индекс массы тела рассчитывался как отношение массы тела в килограммах к квадрату длины тела в метрах.

Биоимпедансное обследование проводилось в утренние часы в стандартных условиях. Перед измерением ребёнок находился в покое не менее 10 минут. По данным анализатора определялись процент жировой ткани, безжировая масса тела и общая вода организма. Эти показатели использовались для оценки скрытых различий состава тела при близких антропометрических значениях.

Интерпретация результатов выполнялась с опорой на возрастно-половые нормативы World Health Organization и Z-score подход. Такой способ позволил оценить степень отклонения индивидуальных показателей от ожидаемых значений для соответствующего возраста и пола.

Статистическая обработка включала расчёт средних значений и стандартных отклонений ($M \pm \sigma$). Различия между группами оценивались с применением параметрических критериев; статистически значимыми считались результаты при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные данные отражают как общие размерные характеристики тела, так и особенности компонентного состава у обследованных дошкольников. Для удобства анализа результаты сгруппированы по полу и представлены в формате $M \pm \sigma$.

Табл 1

Основные антропометрические показатели детей дошкольного возраста ($M \pm \sigma$)

Показатель	Мальчики	Девочки
Длина тела (см)	$104,6 \pm 4,2$	$103,8 \pm 4,0$
Масса тела (кг)	$17,2 \pm 2,1$	$16,8 \pm 2,0$
Окружность грудной клетки (см)	$54,3 \pm 2,8$	$53,9 \pm 2,6$
ИМТ ($\text{кг}/\text{м}^2$)	$15,7 \pm 1,1$	$15,6 \pm 1,0$

По данным таблицы 1, мальчики имели несколько большие средние значения длины тела и массы тела: $104,6 \pm 4,2$ см и $17,2 \pm 2,1$ кг против $103,8 \pm 4,0$ см и $16,8 \pm 2,0$ кг у девочек. Различия были умеренными и не выходили за пределы возрастно-половых референсных значений. Окружность грудной клетки также оставалась близкой в обеих группах — $54,3 \pm 2,8$ см у мальчиков и $53,9 \pm 2,6$ см у девочек.

ИМТ практически совпадал у мальчиков и девочек: $15,7 \pm 1,1$ и $15,6 \pm 1,0$ $\text{кг}/\text{м}^2$ соответственно. Это указывает на сходный общий нутритивный статус, но не исключает различий в структуре массы тела, что потребовало отдельного анализа биоимпедансных показателей.

Табл 2

Показатели биоэлектрического импедансного анализа у детей дошкольного возраста ($M \pm \sigma$)

Показатель	Мальчики	Девочки
Жировая ткань (%)	$16,4 \pm 3,2$	$17,9 \pm 3,5$
Безжировая масса тела (кг)	$14,3 \pm 1,8$	$13,7 \pm 1,7$
Общая вода организма (%)	$61,2 \pm 2,9$	$59,8 \pm 3,1$

Биоимпедансные показатели выявили более заметные половые различия, чем стандартная антропометрия. У девочек доля жировой ткани составила $17,9 \pm 3,5\%$, тогда как у мальчиков — $16,4 \pm 3,2\%$. Такой результат соответствует физиологической тенденции к более раннему формированию относительного жирового компонента у девочек.

Безжировая масса тела, напротив, была выше у мальчиков — $14,3 \pm 1,8$ кг против $13,7 \pm 1,7$ кг у девочек. Это показывает, что близкий ИМТ в двух группах формировался за счёт разного соотношения компонентов тела, поэтому изолированное использование ИМТ не даёт полной характеристики физического развития.

Общая вода организма также имела более высокие значения у мальчиков: $61,2 \pm 2,9\%$ против $59,8 \pm 3,1\%$ у девочек. Данный показатель закономерно связан с большей долей безжировой массы, поскольку мышечная ткань содержит больше воды, чем жировая. Сопоставление двух блоков данных показало: при близких антропометрических показателях состав тела у мальчиков и девочек различается. Следовательно, оценка только длины, массы тела и ИМТ может скрывать особенности морфологического развития, которые становятся заметными при анализе компонентного состава.

Включение биоимпедансного анализа позволило уточнить характеристику физического развития дошкольников и выделить признаки, не отражающиеся в стандартных измерениях. Это подтверждает практическую значимость комплексной оценки в профилактических обследованиях детей 3–6 лет.

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показывают, что антропометрия и биоимпедансный анализ решают разные, но взаимодополняющие задачи. Антропометрические показатели подтвердили соответствие обследованных детей возрастным нормативам, тогда как ВИА позволил увидеть различия в составе тела, которые не были очевидны по ИМТ.

Особенно показательным является сходство ИМТ у мальчиков и девочек при одновременном различии жировой ткани, безжировой массы и общей воды организма. Это означает, что одинаковый индекс массы тела не всегда отражает одинаковое морфофункциональное состояние ребёнка. В дошкольном возрасте такая ситуация требует более внимательной интерпретации.

Более высокий процент жировой ткани у девочек согласуется с опубликованными данными о раннем формировании полового диморфизма состава тела [1]. Более высокая безжировая масса и общая вода у мальчиков также соответствуют физиологической роли мышечного компонента и данным работ, где подчёркивается информативность ВИА в педиатрической практике [4].

Полученные результаты важны ещё и потому, что скрытые изменения состава тела могут сохраняться при внешне нормальных размерах тела. Сходные выводы приводятся в исследованиях дошкольников с особенностями роста, где снижение безжировой массы выявлялось даже при отсутствии грубых антропометрических отклонений [9].

Для Жиззахского региона данное наблюдение имеет прикладное значение. Региональные особенности питания, двигательной активности и социально-бытовых условий могут влиять на формирование состава тела, поэтому интерпретация ВИА должна учитывать локальный контекст, а не только усреднённые международные данные [6].

Влияние образа жизни также нельзя рассматривать отдельно от морфологических показателей. Физическая активность, режим питания и психосоциальные условия способны менять соотношение жировой и безжировой массы, что подтверждается исследованиями дошкольного возраста и работами, посвящёнными роли движения в детском развитии [5,7].

Следовательно, комплексная схема обследования может использоваться не только для научного описания выборки, но и для практического мониторинга. Она помогает точнее выделять детей с риском нутритивных нарушений, планировать профилактические мероприятия и оценивать эффективность последующего наблюдения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование подтвердило, что оценка физического развития дошкольников должна включать не только стандартные антропометрические измерения, но и анализ компонентного состава тела. У обследованных детей основные размеры тела в целом соответствовали возрастно-половым нормативам, однако биоимпедансные показатели выявили дополнительные особенности, важные для интерпретации.

При практически одинаковом ИМТ у мальчиков и девочек были обнаружены различия в доле жировой ткани, безжировой массе и общей воде организма. У девочек выше оказался процент жировой ткани, у мальчиков — безжировая масса и общая вода. Это подтверждает, что ИМТ не может использоваться как единственный критерий нутритивного и морфофункционального состояния ребёнка.

Биоэлектрический импедансный анализ позволил уточнить скрытые особенности состава тела, которые не выявляются при обычной антропометрии. Выявленные различия отражают физиологические закономерности полового диморфизма и должны учитываться при профилактических осмотрах детей 3–6 лет. Практическая значимость работы заключается в возможности более точной стратификации детей по риску дисгармоничного развития и нутритивных нарушений. Совместное использование антропометрии и ВИА повышает

информативность обследования и может быть применено при разработке профилактических рекомендаций для дошкольных учреждений.

Таким образом, комплексная оценка физического развития с применением антропометрии и биоэлектрического импедансного анализа является перспективным направлением мониторинга здоровья детей дошкольного возраста. Полученные данные могут служить основой для дальнейшего формирования регионально ориентированных нормативов и алгоритмов раннего выявления неблагоприятных изменений физического развития.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Atar Ö., Dindar M. D., Erduğan F. Biyoelektrik impedans analiz yöntemi ile serebral palsili bireylerde vücut kompozisyonunun cinsiyet değişkenine göre incelenmesi // Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi. – 2020. – C. 3, № 1. – S. 1–10.
2. Atazadegan M. A., Hosseini S., Zare F. et al. Effects of synbiotic supplementation on anthropometric indices and body composition in overweight or obese children and adolescents: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial // World Journal of Pediatrics. – 2023. – Vol. 19, № 4. – P. 356–365.
3. Bagińska-Chyży J., Korzeniecka-Kozerska A. Application of bioelectrical impedance analysis in weight management of children with spina bifida // Nutrients. – 2024. – Vol. 16, № 18. – Article 3222.
4. Ballarin G., Bianchini E., Dall'Oglio L. et al. Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle in children and adolescents: a systematic review // Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. – 2022. – Vol. 75, № 2. – P. 120–130.
5. Batko B., Bieniasz J., Wojciechowska M. et al. Relationship between biopsychosocial factors, body mass and body composition in preschool children // Psychiatria i Psychologia Kliniczna. – 2020. – Vol. 20. – P. 164–173.
6. Hudda M. T., Nightingale C. M., Donin A. S. et al. Validation of anthropometric and bioelectrical impedance equations for the prediction of fat mass amongst South African children // Diabetes, Obesity and Metabolism. – 2025. – Vol. 27, № 12. – P. 7275–7284.
7. Işıklar Ç. Çocukluk döneminde spor ve egzersizin önemi // Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi. – 2021. – C. 1, № 1. – S. 36–44.
8. Iyengar A., Mathur R., Goyal S. et al. Body fat in children with chronic kidney disease: a comparative study of bio-impedance analysis with dual energy X-ray absorptiometry // Indian Journal of Nephrology. – 2021. – Vol. 31, № 1. – P. 39–42.
9. Ji Y., Li H., Zhang Y. et al. Body composition in preschool children with short stature: a case-control study // BMC Pediatrics. – 2022. – Vol. 22, № 1. – Article 98.
10. Junior C. A. S. A., Barbosa L. F., Silva A. A. et al. Anthropometric indicators as body fat discriminators in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis // Advances in Nutrition. – 2017. – Vol. 8, № 5. – P. 718–727.