

## Основные Методы Определения Составы Тела

*Хомидчонова Шахзода Хасанзода<sup>1</sup>, Мирзажоннова Сабохон Абжалиловна<sup>2</sup>*

**Аннотация:** Биоимпедансометрия или биоимпедансный анализ, от «биологический» и «импеданс» — комплексное электрическое сопротивление, таким образом, «биоимпеданс» — электрическое сопротивление биологических тканей — анализ количества жира и жидкости в организме, мышечной и костной массы и метаболизма, метод быстрой диагностики состава тела человека с помощью измерения электрического сопротивления между разными точками на коже человека.

**Ключевые слова:** ЭМ- эталонный метод, АМ-альтернативным методом, ЛЖ-левый желудочек, ЭРМ-электрофизиологическим ремоделированием.

В спортивной практике для мониторинга физического состояния и тренировочного режима спортсменов широко применяют метод изучения соотношения тканевых компонентов тела. Анализ и контроль жировой, без жировой и мышечной массы, общего содержания воды в организме позволяет оценивать и прогнозировать развитие метаболического синдрома, определять рацион питания и контролировать эффективность процедур коррекции. Первостепенное значение в спорте имеет вычисление жировой массы. Она выполняет функции метаболически активного органа, достаточный её уровень играет существенную роль в поддержании общего здоровья. Знание о количестве и распределении костной и мышечной тканей используют при определении спортивной работоспособности. Снижение доли жировой массы до 5–6% общей массы тела, а скелетно-мышечной массы в соревновательном периоде — до 46% общей массы тела нежелательно и чаще свидетельствует о переутомлении атлетов. Изменения мышечного и жирового компонентов под воздействием тренировочных нагрузок отражают направленность и выраженность адаптивных сдвигов структурного уровня в организме спортсмена и преимущественный характер энергообеспечения. Лабильные морфологические показатели человека могут служить маркерами адаптации к напряжённой мышечной деятельности. Существенное значение имеет контроль водного баланса спортсменов, так как дегидратация, даже лёгкой степени, тяжело переносится организмом.

### Основные методы определения состава тела

В течение прошлого века было предложено множество методов определения состава тела человека, однако все они имеют недостатки, не существует универсальных критериев или «золотого стандарта» методологии определения.

Все используемые подходы разделяются на следующие категории: эталонные методы, лабораторные и полевые. К эталонным методам относят многокомпонентные модели, компьютерную томографию, магнитно-резонансное исследование. Лабораторные методы — двух энергетическая рентгеновская абсорбциометрия, денситометрия, гидрометрия, ультразвуковое исследование, трёхмерное сканирование. К полевым методам относятся антропометрия, биоимпедансометрия, определение индекса массы тела.

Биоимпедансный анализ состава тела основан на существенных различиях удельной электропроводности жировой ткани и тощей массы тела. Для этого метода свойственны приемлемая точность, портативность, сравнительно невысокая стоимость оборудования и обследования, комфортность процедуры, удобство автоматической обработки данных. К недостаткам этого метода относятся отсутствие единой стандартизации оборудования и

<sup>1</sup> Ассистенты Ферганский медицинский институт общественного здоровья



способов измерений, что затрудняет сопоставление и анализ получаемых результатов. Преимущество отдельных моделей данного метода заключается в возможности одновременной оценки таких клинически значимых параметров, как активная клеточная масса и основной обмен, а также изучение не только интегральных, но и локальных параметров состава тела. Безусловно, внедрение новых технологий и методов исследования позволяет повысить надёжность и оперативность оценки состава тела. Однако, как было отмечено выше, новые методы — дорогостоящие, а кроме того актуальна необходимость стандартизации их использования. В спортивной и медицинской практике хорошо зарекомендовали себя антропометрический, калиперометрический методы определения состава тела. Это наиболее доступные, простые и портативные полевые методы. Однако проведение антропометрического исследования требует высокой квалификации исследователя и точного следования протоколу обследования. Среди полевых методов исследования состава тела определённое место занимает определение индекса массы тела. К сожалению, использование росто-весовых индексов не даёт надёжной информации о составе тела на индивидуальном уровне. Выявлена низкая информативность этого метода для определения жировой массы у людей атлетического телосложения, деятельность которых связана с активными физическими тренировками, результатом которых является увеличение мышечной массы. Таким образом, резюмируя вышеизложенное, баланс тканевых компонентов тела спортсменов напрямую связан с проявлениями разнообразных физических качеств и развитием функциональных систем организма, что непосредственно отражается на результативности атлетов. По этой причине в спорте мониторингованию тканевого состава тела в организации тренировочного режима атлетов отводят первостепенную роль. Однако при всём многообразии методов изучение соотношения тканевых компонентов тела спортсменов остаётся сложной задачей в силу малодоступности этих технологий. Основной проблемой оценки состава тела спортсменов в настоящее время остаётся отсутствие единой стандартизации оборудования и способов измерений, а также отсутствие нормативной базы, что значительно затрудняет анализ и сопоставление получаемых результатов.

### **Адаптация кардиосистемы молодых спортсменов к физическим нагрузкам**

Адаптацию организма принято рассматривать как процесс и результат приспособления к постоянно меняющимся условиям окружающей среды с целью поддержания гомеостаза. Ключевым фактором, лимитирующим адаптацию организма к физическим нагрузкам, является функциональный резерв кардиореспираторной системы. Функциональный резерв гемодинамической системы определяется врожденными структурными особенностями, а также рядом генетически детерминированных физиологических механизмов. В то же время, при адаптации к регулярным физическим нагрузкам кардиосистема спортсменов претерпевает существенные структурные и функциональные изменения. Структурные и функциональные особенности сердца и гемодинамики возникающие в результате адаптации к спортивным нагрузкам, остаются в центре внимания исследователей.

В основу современных представлений о физиологическом спортивном сердце легли работы и других, свидетельствующие о двух различных типах ремоделирования левого желудочка сердца, обусловленных характером физических нагрузок. С точки зрения влияния на сердечно-сосудистую систему, виды спорта принято делить на те, в которых преобладает динамический или статический компоненты, или оба. Данная классификация представлена в современных рекомендациях по спортивной кардиологии.

В первом случае, у атлетов, выполняющих физические упражнения преимущественно динамического характера (марафонцев, лыжников-гонщиков, пловцов и других), сердце испытывает перегрузку объемом притекающей крови, в результате чего наблюдаются: физиологическая дилатация (увеличение объема полости левого желудочка) и пропорциональный прирост толщины стенки левого желудочка, а также нормальносоотношение между толщиной стенки и радиусом левого желудочка. Данный тип



ремоделирования сердечных камер также называют эксцентрической гипертрофией левого желудочка

С другой стороны, у спортсменов, специализирующихся на статических нагрузках (единоборцев, гимнастов, скалолазов и других), адаптация сердца происходит в условиях выраженной постнагрузки на миокард или перегрузки давлением. В данном случае ремоделирование заключается в концентрической гипертрофии стенки левого желудочка, которая характеризуется утолщением стенки желудочка без значимого изменения объема полости, а также увеличением отношения толщины стенки к радиусу левого желудочка.

При адаптации сердца к физическим нагрузкам обоих типов формируется физиологическая гипертрофия сердца, заключающаяся в приросте массы миокарда и толщины сердечных стенок. В конце прошлого века были описаны два типа гипертрофии миокарда – d-гипертрофия и L-гипертрофии. Для d- гипертрофии характерен прирост толщины миокардиальных волокон, тогда как при L-гипертрофии напротив наблюдается удлинение волокон. Формирование гипертрофии различных типов происходит под влиянием разных типов физических нагрузок. Развитие L-гипертрофии происходит при перегрузке объемом и адаптации к нагрузкам динамического характера, в данном случае сократительная функция увеличивается благодаря удлинению кардиомиоцитов и вовлечению гетерометрического механизма. В свою очередь, d-гипертрофия миокарда формируется за счет адаптации к постнагрузке и сопровождается увеличением физиологического поперечника кардиомиоцитов.

L-гипертрофию принято считать более эффективным и менее энергозатратным путем адаптации к физической нагрузке, за счет развития дилатации желудочков, преимущественно левого, без вовлечения механизма Франка-Старлинга, причем больший ударный объем сердца достигается за счет большего базального резервного объема левого желудочка.

Известно, что L-гипертрофия миокарда включает в себя два компонента – функциональную и структурную дилатацию миокарда. Функциональная дилатация происходит в результате удлинения саркомеров и релаксации кардиомиоцитов и сопровождается увеличением диастолической емкости желудочков. Структурная дилатация сопровождается увеличением числа последовательно соединенных саркомеров в клетках миокарда. Следует отметить, что для физиологической гипертрофии миокарда характерен постепенный и гармоничный прирост массы и толщины миокарда, сопровождающийся увеличением его сократительной способности.

В норме сердце спортсмена обладает физиологической гипертрофией и достаточным диастолическим расслаблением. Патологическое ремоделирование миокарда в подавляющем большинстве случаев обусловлено различными генетически детерминированными синдромами, а также в ряде случаев нерациональным дозированием физических нагрузок. В сочетании с приемом запрещенных препаратов и методов, в особенности анаболических гормонов. Дифференциальный диагноз проводится между физиологическим спортивным сердцем, патологическим ремоделированием миокарда, дилатационной кардиомиопатией, гипертрофической кардиомиопатией, аритмогенной дисплазией правого желудочка и некомпактным миокардом левого желудочка.

Считается, что развитие кардиореспираторной системы человека в процессе онтогенеза определяется совокупностью генетически детерминированных особенностей и воздействием факторов внешней среды в течение жизни индивидуума. В свою очередь, структурные и функциональные особенности кардиореспираторной системы спортсменов во многом детерминированы генетическими факторами.

Важно подчеркнуть, что скорость роста и созревания организма не линейна и на отдельных этапах онтогенеза развитие органов и систем может быть максимально бурным, а в другие периоды практически не изменяться. У детей наибольшее изменение структуры сердца в результате адаптации к спортивным нагрузкам происходит в пубертатном периоде, что может быть связано с ролью гормональных факторов. В частности, у юных атлетов до и после пубертатного возраста были обнаружены значимые различия в толщине стенки ЛЖ, радиусе



ЛЖ, массе миокарда, а также количестве и выраженности электрокардиографических признаков спортивного сердца

Как было отмечено выше, гормональные факторы играют большую роль в иницировании и развитии ремоделирования миокарда у юных и молодых спортсменов. Установлено, что эстрогены обладают кардиопротективным действием за счет процессов, повышающих биологическую доступность оксида азота и улучшающих коронарный кровоток. Предполагается, что именно благодаря высокому уровню эстрогенов у девушек достоверно реже наблюдаются патологическое спортивное сердце, гипертрофическая кардиомиопатия и синдром внезапной сердечной смерти спортсменов. Помимо структурных особенностей спортивное сердце обладает рядом функциональных отличий от нетренированного, в первую очередь, более эффективным функционированием сердца при физических нагрузках и экономизацией его функции в покое за счет вовлечения функционального резерва сердца. Функциональный резерв сердца складывается из трех компонентов – структурного, сократительного и коронарного резервов, соответственно при адаптации к интенсивным физическим нагрузкам происходит мобилизация всех перечисленных резервов. Сократительным резервом считают способность сердечной мышцы увеличивать сократительную способность в результате вовлечения различных физиологических механизмов. Инотропным называют эффект, сопровождающийся увеличением максимального изометрического напряжения кардиомиоцитов. Инотропное влияние на миокард при фиксированной длине мышечных волокон оказывает гомеометрический механизм регуляции контрактильного резерва. Основным регулятором в данном случае выступает влияние катехоламинов на миокард. Механизм инотропного влияния катехоламинов обусловлен их взаимодействием с  $\beta_1$ -адренергическими рецепторами и увеличением притока  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку на этапе плато потенциала действия, что позволяет увеличить внутриклеточное содержание  $\text{Ca}^{2+}$  и количество поперечных мостиков при взаимодействии актин-миозинового комплекса кроме того катехоламины увеличивают скорость обратного всасывания  $\text{Ca}^{2+}$  в саркоплазматический ретикулум и интенсивность диастолического расслабления миокарда. Также к гомеометрическому механизму относится и так называемый эффект Арнепа, при котором увеличение постнагрузки сопровождается снижением сердечного выброса, в результате чего возрастает базальный резервный объем сердца, а также скорость метаболизма в миокарде за счет прироста скорости коронарного кровотока

Гетерометрический механизм регуляции контрактильного резерва миокарда обусловлен растяжением сердечной стенки за счет высокой преднагрузки на миокард и заключается во включении закона Франка-Старлинга. В данном случае увеличение длины мышцы сопровождается приростом силы сокращения за счет увеличения степени перекрытия молекул актина и миозина, а также незначительном увеличении притока ионов  $\text{Ca}^{2+}$  при растяжении саркоплазматического ретикулума клеток миокарда

Механо-электрическое сопряжение сократительного аппарата кардиомиоцита в свою очередь ассоциировано с наличием механочувствительных ионных каналов в мембране клеток а также кинетикой кальция внутри кардиомиоцитов. С одной стороны, известно, что вклад механических условий сокращения миокарда и механических процессов в клетках в перемещение внутриклеточного кальция оказывает значимое влияние на контрактильный резерв миокарда. С другой стороны, позволяет оценить связь между структурной и электрической неоднородностью миокарда. Коронарный резерв сердца представляет собой отношение максимальной скорости коронарного кровотока к скорости кровотока в покое. Емкость коронарного резерва ограничивает способность миокарда поддерживать адекватный уровень потребления кислорода, энергопродукции и метаболизма при возрастающих нагрузках, а также может влиять на скорость обменных процессов и уровень потребления кислорода организмом в целом. Изучению электрофизиологических особенности спортивного сердца посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных исследователей, совокупность описанных особенностей спортивного сердца принято называть «электрофизиологическим ремоделированием» миокарда. Электрофизиологическое



ремоделирование миокарда спортсменов, как и структурное, отражает степень адаптации сердца к физическим нагрузкам и оказывает значительное влияние на функциональный резерв сердца. Результаты многочисленных исследований, посвященных изучению физиологического и патологического ремоделирования миокарда, позволили выделить электрокардиографические критерии для разграничения физиологических изменений при адаптации к физическим нагрузкам и патологических паттернов. Таким образом, для физиологического спортивного сердца характерно раннее начало и нормальная длительность процесса реполяризации миокарда желудочков, признаки более выраженного влияния парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, а также низкий уровень электрической неоднородности сердечной стенки, что свидетельствует о рациональной адаптации сердца к физическим нагрузкам, низком риске клинически значимых нарушений сердечного ритма и неблагоприятных событий. Не следует забывать, что адаптация кардиореспираторной системы к физическим нагрузкам заключается в гармоничном развитии всех ее компонентов, поэтому ремоделирование сердечно-сосудистой системы сопровождается изменением структуры и функции дыхательной системы и наоборот.

### Список использованной литературы

1. Allen D.G. The effects of muscle length on intracellular calcium transients in mammalian cardiac muscle / D.G. Allen, S. Kurihara // *The Journal of Physiology*. – 1982. – Vol. 327, no. 1. – P. 79–94.
2. Andreoli A., Celi M., Volpe S.L. et al. Long-term effect of exercise on bone mineral density and body composition in pos-menopausal ex-elite athletes: a retrospective study // *Eur. J. Clin. Nutr.* — 2012. — Vol. 66, N 1. — P. 69–74.
3. Шахзода хасанзода //антиоксидантная активность отдельных компонентов бад —buyrak-shifo// международный научный журнал «научный импульс» № 4(100), часть 2. ноябрь, 2022. 29-36 стр.
4. Bauce B. et al. Differences and similarities between arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and athlete's heart adaptations / Bauce B. et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2010. – Vol. 44. – P. 148–154.
5. Blyakhman F. Left ventricular inhomogeneity and the heart's functional reserve : chapter in the book «Cardiac Pumping and Perfusion Engineering». Ed. by Prof. D. Ghista. / F. Blyakhman. – World Scientific Press, 2007. – 680 p.

