

# БИОИМПЕДАНСНЫЙ И УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КУРСАНТОВ ПРИ СОЧЕТАННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

*Рамков А. Г., Климчук Т. А., Шибко Т. Н.*

*Научный руководитель: д-р мед. наук, доц. Ключико Д. А.*

*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

**Резюме.** В проспективном исследовании с участием 108 курсантов проведена комплексная оценка влияния сочетанной нагрузки (аэробная активность с бронежилетом) на состав тела и состояние паховой области. Применение многочастотного биоимпедансного анализа и ультразвукового исследования позволило выявить статистически значимые изменения жидкостных секторов организма и морфо-функциональные особенности паховой области. Установлено, что сочетанная нагрузка вызывает увеличение общего объема воды на +1,49 л преимущественно за счет внеклеточной жидкости и снижение фазового угла. Выявлены значимые различия у курсантов с отягощенным семейным анамнезом, проявляющиеся в увеличении площади пахового кольца и его менее эффективном функциональном закрытии при нагрузке. Разработаны практические рекомендации по профилактике грыжеобразования.

**Ключевые слова:** паховые грыжи, биоимпедансный анализ, ультразвуковая диагностика, профилактика, физическая нагрузка, бронежилет.

**Актуальность.** Современная военная подготовка характеризуется интенсивными физическими нагрузками в сочетании с длительным использованием специального снаряжения [1]. Сочетанное воздействие аэробной активности и ношения бронежилета создает уникальные биомеханические условия, требующие комплексной оценки функционального состояния организма военнослужащих [2].

Особую значимость приобретает мониторинг показателей, ассоциированных с риском развития грыжевой патологии, учитывая высокую распространенность данного заболевания среди лиц, подвергающихся систематическим физическим нагрузкам [3].

Нормативные документы, регламентирующие медицинское

обеспечение военнослужащих, подчеркивают необходимость разработки объективных методов ранней диагностики и профилактики заболеваний, ограничивающих профессиональную деятельность [2, 4].

В данном контексте интеграция современных диагностических технологий – биоимпедансного анализа и ультразвукового исследования – представляет перспективное направление для создания системы мониторинга функционального состояния военнослужащих в условиях интенсивной физической подготовки [5].

**Цель:** комплексная оценка влияния сочетанной нагрузки на показатели состава тела и состояние паховой области у курсантов с применением биоимпедансного анализа и ультразвукового исследования.

**Задачи:**

1. Оценить динамику параметров состава тела под воздействием сочетанной нагрузки методом биоимпедансного анализа.

2. Проанализировать изменения морфофункциональных характеристик паховой области при комбинированном воздействии физической нагрузки.

3. Выявить маркеры повышенного риска развития грыжевой патологии на основе комплексной оценки биоимпедансных и ультразвуковых параметров.

4. Разработать практические рекомендации по медицинскому обеспечению курсантов в условиях интенсивной физической подготовки.

**Материалы и методы.** Проведено проспективное сравнительное исследование с участием 108 курсантов мужского пола в возрасте 18-24 лет. Дизайн исследования утвержден этическим комитетом. Участники методом стратифицированной рандомизации распределены на группы в соответствии с характером нагрузки и наличием отягощенного семейного анамнеза по грыжевой патологии.

Для оценки состава тела использован многочастотный биоимпедансный анализатор КМ-АР-01 «Диамант» с определением следующих параметров: жировая масса, безжировая масса, активная клеточная масса, общий объем воды и его компоненты, фазовый угол. Ультразвуковое исследование паховой области проводили с использованием линейного датчика 11 МГц в В-режиме с оценкой площади наружного пахового кольца в различных функциональных состояниях.

Сочетанная нагрузка включала аэробную активность в бронежилете с контролем интенсивности по формуле Карвонена (55-78% от максимальной ЧСС). Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета SPSS Statistics v.27.

**Результаты и их обсуждение.**

Биоимпедансный анализ выявил статистически значимые изменения параметров состава тела под воздействием сочетанной нагрузки. Зафиксировано увеличение общего объема воды на  $1,49 \pm 1,36$  л преимущественно за счет внеклеточного компонента ( $+1,22 \pm 1,28$  л;  $p < 0,001$ ). Внутриклеточный объем жидкости оставался стабильным ( $+0,03 \pm 0,65$  л;  $p > 0,05$ ). Отмечено достоверное снижение фазового угла на частотах 28 кГц (с 9,6 до 9,3;  $p = 0,036$ ) и 115 кГц (с 34,7 до 33,9;  $p = 0,037$ ), что свидетельствует о развитии транзиторного клеточного стресса в условиях комбинированного воздействия.

Ультразвуковое исследование продемонстрировало выраженное компрессионное влияние бронежилета на структуры паховой области. Во всех исследуемых состояниях зафиксировано статистически значимое уменьшение площади пахового кольца при использовании защитного снаряжения. Максимальный компрессионный эффект отмечен при комбинации мышечного напряжения и внешнего давления бронежилета - площадь кольца сокращалась до  $0,66 \pm 0,19$  см<sup>2</sup> на левой стороне и  $0,64 \pm 0,18$  см<sup>2</sup> на правой.

Выявлены значимые морфофункциональные различия между курсантами с отягощенным семейным анамнезом и контрольной группой. У

лиц с наследственной предрасположенностью зафиксированы большие исходные размеры пахового кольца ( $0,92 \pm 0,15$  см<sup>2</sup> против  $0,82 \pm 0,18$  см<sup>2</sup>;  $p=0,049$ ) и менее эффективное функциональное закрытие при всех видах нагрузки. Данные особенности свидетельствуют о недостаточности компенсаторных механизмов и повышенной уязвимости соединительной ткани у данной категории военнослужащих.

Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале комплексного использования биоимпедансного анализа и ультразвукового исследования для мониторинга функционального состояния военнослужащих. Выявленные изменения параметров состава тела отражают типичные физиологические реакции на сочетанную нагрузку, в то время как ультразвуковые маркеры позволяют объективизировать риск развития грыжевой патологии.

Особого внимания заслуживает идентификация группы риска среди курсантов с отягощенным семейным анамнезом. Сочетание больших исходных размеров пахового кольца и недостаточного функционального закрытия при нагрузке создает предпосылки

для развития грыжевой патологии в условиях интенсивной военной подготовки. Выявленные морфофункциональные особенности могут служить объективными критериями для разработки индивидуальных программ медицинского сопровождения и профилактики.

#### **Выводы:**

1. Сочетанная нагрузка вызывает статистически значимые изменения параметров состава тела, проявляющиеся увеличением внеклеточной жидкости и снижением фазового угла.

2. Бронежилет оказывает выраженное компрессионное воздействие на структуры паховой области с максимальным сокращением площади пахового кольца при комбинированной нагрузке.

3. У курсантов с отягощенным семейным анамнезом выявлены стойкие морфофункциональные особенности, ассоциированные с повышенным риском грыжеобразования.

4. Комплексное применение биоимпедансного анализа и ультразвукового исследования позволяет объективизировать оценку функционального состояния военнослужащих и идентифицировать группу риска.

#### **Литература**

1. Tomes C, Orr RM, Pope R. The impact of body armor on physical performance of law enforcement personnel: a systematic review. *Ann Occup Environ Med.* 2017.
2. Инструкция о порядке медицинского обеспечения Вооруженных Сил в мирное время : утв. М-ом обороны Респ. Беларусь 04. 10 2017., № 1500. Минск, 2017. С. 134-135.
3. O'Donnell FL, Taubman SB. Incidence of abdominal hernias in service members, active component, U.S. Armed Forces, 2005-2014. *MSMR.* 2016. – Vol. 23(8).
4. Лебедев, С. М. Актуальные направления медицинского контроля за физической подготовкой военнослужащих / С. М. Лебедев, Г. В. Голуб // Актуальные вопросы военной медицины: материалы науч.- практ. конф. / под ред. В. Я. Хрыщановича, В. Г. Богдана. – Минск : БГМУ, 2020. – С. 163-166.
5. Bondareva EA, Parfenteva OI, Troshina EA, Ershova EV, Mazurina NV, Komshilova KA, Kulemin NA, Ahmetov II. Agreement between bioimpedance analysis and ultrasound scanning in

body composition assessment. Am J Hum Biol. 2024. – Vol. 36(4).

## BIOIMPEDANCE AND ULTRASONIC MONITORING OF CADETS' CONDITION DURING COMBINED PHYSICAL ACTIVITIES

*Ramkov A. G., Klimuk T. A., Shibko T. N.  
Tutor: associate professor Klyuiko D. A.  
Belarusian State Medical University, Minsk*

**Resume.** A prospective study involving 108 cadets comprehensively assessed the impact of combined exercise (aerobic activity with body armor) on body composition and groin health. Multifrequency bioimpedance analysis and ultrasound revealed statistically significant changes in the body's fluid compartments and the morpho-functional characteristics of the groin area. Combined exercise was found to increase total water volume by 1.49 liters, primarily due to extracellular fluid, and to decrease the phase angle. Significant differences were found in cadets with a positive family history, manifested by an increased inguinal ring area and less effective functional closure under load. Practical recommendations for hernia prevention were developed.

**Keywords:** inguinal hernias, bioimpedance analysis, ultrasound diagnostics, prevention, physical activity, bulletproof vest.