

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ У МУЖЧИН
С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ
ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ПОЧЕК 1 И 2 СТАДИИ В СВЕТЕ ПУЛЬМО-
КАРДИО-РЕНАЛЬНОГО ПАТОГЕНЕЗА**

Н.Ә. Оразбек, А.С. Адамбай, А.Қ. Құрманәлі, Н.Б. Садуақас, Д.А. Симонян

Карагандинский медицинский университет, г. Караганда, Казахстан

Кафедра внутренних болезней

Научные руководители: д.м.н., профессор Л.К. Ибраева, к.м.н., доцент Д.Х. Рыбалкина,

к.м.н. И.В. Бачева

Резюме. Актуальность. В последние несколько десятилетий в клинической практике расширялось использование биоимпедансометрии (BIA) для оценки состава тела у пациентов с хронической болезнью почек (ХБП), с целью анализа в первую очередь задержки жидкости в организме. **Цель исследования:** анализ параметров BIA при ХБП 1 и 2 стадий у мужчин с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) во взаимосвязи с лабораторными показателями сердечно-сосудистой и почечной дисфункции. **Материал и методы.** BIA был проведен у 99 пациентов с ХОБЛ, с ХБП 1 и 2 стадий, выставленным по расчетным показателям скорости клубочковой фильтрации (СКФ). Корреляционный анализ проводился между показателями BIA и лабораторными показателями почечной дисфункции (креатинин крови, альбумин и креатинин в моче, альбумин/креатининовое соотношение) и сердечной дисфункции (N-терминальный фрагмент мозгового натрийуретического пептида). **Результаты.** В группе пациентов с ХБП2 средние показатели BMI (индекс массы тела), VFA (площадь висцерального жира) превышали референсные значения и среднее значение в пределах нормы группы контроля ($p < 0,05$). Среднее отклонение от индивидуальной нормы ECW (внеклеточная вода), ICW (внутриклеточная вода), TBW (общее количество воды в организме) в группе контроля было с недостаточностью объема воды, в группе с ХБП2 показатель был с переизбытком. При этом показатели ECW у 61,11% мужчин контрольной группы и 51,11% группы сравнения; TBW у 53,70% мужчин с ХБП1 и 51,11% с ХБП2; ICW у 42,59% мужчин контрольной группы и 48,89% группы сравнения находились в пределах нормы. У 22,22% пациентов с ХБП1 и 20,0% ХБП2 показатели Nt-pro-BNP превышали референсные значения. При анализе взаимосвязей показателей BIA и лабораторных показателей в контрольной группе и группе сравнения выявлены корреляционные связи: между ECW/TBW и уровнем альбумина в моче, VFA и ECW, VFA и TBW, индексом гидратации и Nt-pro-BNP, TR PhA и SMI. **Выводы.** Исходя из выявленных изменений в составе тела, BIA рекомендуется для комплексной оценки статуса здоровья коморбидных пациентов с ХБП и

сердечно-сосудистой дисфункцией с коррекцией выявленных изменений и дальнейшим мониторингом ВИА.

Ключевые слова: биоимпедансометрия, хроническая болезнь почек, хроническая обструктивная болезнь легких, сердечно-сосудистая недостаточность, креатинин, NT-pro-BNP, фазовый угол.

ASSESSMENT OF BIA INDICATORS IN MEN WITH COPD IN CKD1 AND 2 IN THE LIGHT OF PULMO-CARDIO-RENAL PATHOGENESIS

N.A. Orazbek, A.S. Adambay, A.K. Kurmanali, N.B. Saduakas, D.A. Simonyan

Karaganda Medical University, Department of Internal Diseases

Scientific supervision: MD, professor L.K. Ibrayeva, Ph.D., associate professor D.Kh. Rybalkina, Ph.D. I.V. Bacheva

Abstract. Background. Over the past few decades, bioimpedance analysis (BIA) has been widely used in clinical practice to assess body composition in patients with chronic kidney disease (CKD), primarily to analyze fluid retention in the body. **Purpose:** The aim of the study was to analyze the parameters of BIA in CKD stages 1 and 2 in men with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) relating to laboratory parameters of cardiovascular and renal dysfunction. **Materials and methods.** BIA was performed on 99 male patients with COPD and stages 1 or 2 CKD diagnosed using estimated glomerular filtration rate (eGFR). Correlation analyses were conducted between BIA measures and laboratory markers of renal dysfunction (serum creatinine, urinary albumin and creatinine levels, albumin/creatinine ratio) and cardiac dysfunction (N-terminal fragment of brain natriuretic peptide). **Results.** In the group of patients with CKD2, the average values of BMI (body mass index), VFA (visceral fat area) exceeded the reference values and the average value within the normal range of the control group ($p < 0.05$). The average deviation from the individual norm of ECW (extracellular water), ICW (intracellular water), TBW (total body water) in the control group was with insufficient water volume, in the group with CKD2 the indicator was overabundant. At the same time, ECW indicators were in 61.11% of men in the control group and 51.11% of the comparison group; TBW in 53.70% of men with CKD1 and 51.11% with CKD2; ICW in 42.59% of men in the control group and 48.89% of the comparison group were within the normal range. In 22.22% of patients with CKD1 and 20.0% of CKD2, Nt-pro-BNP values exceeded the reference values. When analyzing the relationship between BIA and laboratory parameters in the control and comparison groups, correlations were found: between ECW/TBW and urinary albumin levels, VFA and ECW, VFA and TBW, hydration index and Nt-pro-BNP, TR PhA and SMI. **Conclusions.** Based on the identified changes in body composition, BIA is recommended for comprehensive health status evaluation in comorbid patients with CKD and cardiovascular dysfunction to correct detected alterations and subsequent monitoring of BIA.

Keywords: bioimpedancemetry, chronic kidney disease, chronic obstructive pulmonary disease, cardiovascular failure, creatinine, NT-pro-BNP, phase angle.

Актуальность. Изменяющиеся параметры состава тела у пациентов при прогрессировании хронической болезни почек (ХБП) анализируются и учитываются, как факторы риска неблагоприятных исходов [1]. Среди различных методик, используемых для оценки состава тела, биоэлектрический импедансный анализ (BIA) выделяется простотой проведения, относительно низкой стоимостью, скоростью исследования, воспроизводимостью и безопасностью процедуры измерения для обследуемого пациента. Использование BIA для оценки состава тела в клинической практике в последние несколько десятилетий расширялось, и за этот период доступные инструменты значительно усовершенствовались в техническом аспекте [2]. ХБП уже на ранних стадиях связана с задержкой жидкости, что увеличивает общее содержание воды в организме (TBW - Total Body Water) и приводит к изменениям объемов во внутриклеточной воде (ICW – Intracellular Water) и внеклеточной воде (ECW– Extracellular Water), это может затруднить точную оценку состава тела, кроме того, приводит к повышению сердечно-сосудистой заболеваемости. Поэтому BIA может повысить точность оценки статуса здоровья у пациентов с ХБП [3]. Результаты BIA следует интерпретировать во взаимосвязи с другими физиологическими параметрами и клиническими показателями. Количество пациентов с ХБП с выявленными показателями отеков при BIA было значительно выше (42,1%), чем количество пациентов с клиническим отеком (36,2%), что помогает диагностировать субклинические отеки [4]. BIA состава тела используется нефрологами как в качестве вспомогательного метода диагностики, так и для контроля эффективности лечения. За последние 20 лет проведены исследования по применению BIA в группах пациентов с ХБП, освещающие ряд аспектов: различные аппаратные методы измерения состава тела (например - Dual-Energy X-ray Absorptiometry, (DEXA, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия); Body Composition Monitor (BCM, монитор состава тела); MultiFrequency BI Spectroscopy (MF-BIS, многочастотная биоимпедансная спектроскопия); изменения состава тела на различных стадиях ХБП; последствия изменений в составе тела пациентов и прогностическая сила связанных изменений состава тела для течения заболевания. Изменения в составе тела, выявленные у пациентов с ХБП методом BIA, были в основном сосредоточены на показателях воды, мышечной и жировой ткани, фазового угла [5].

Цель исследования. Анализ параметров BIA при ХБП 1 и 2 стадий у мужчин с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) во взаимосвязи с лабораторными показателями сердечно-сосудистой и почечной дисфункции.

Материал и методы

У 99 мужчин с ХОБЛ с ХБП1 (условно контрольная группа, n=54) и ХБП2 (n=45) проведен ВИА на аппарате InBody 770 (Inbody Co.Ltd, Южная Корея). По составу тела анализировались показатели, имеющие связь с ХБП: BMI (Body Mass Index, индекс массы тела, пороговые значения 18,5-25 кг/м²), показателей воды в организме (ECW, Extracellular Water, внеклеточная вода; ICW, Intracellular Water, внутриклеточная вода; TBW, Total Body Water, общее количество воды в организме, кг, ECW/TBW – индекс гидратации организма, состояние умеренного отека диагностируется при значениях индекса 0,390-0,399, а выраженного отека – 0,400 и выше); SMI (skeletal muscle mass index, индекс массы скелетной мускулатуры, пороговые значения для мужчин 7,70-9,20кг/м²) [6]; фазовый угол для торса 50 кГц (50kHz- TR Phase Angle, пороговые значения для мужчин $7,6 \pm 1^\circ$); площадь висцерального жира (VFA, Visceral Fat Area, референсные значения для мужчин – 50-100 см²).

Из лабораторных показателей анализировались маркеры почечной дисфункции: креатинин крови (референсные значения для мужчин - 44-115 мкмоль/л, <https://express-med-service.ru/stati/kreatinin-v-krovi/>), альбумин в моче (референсные значения 0-20 мг/л, <https://rkbsemashko.ru/diagnostics/7627/>), креатинин в моче (референсные значения для мужчин 3450-22900 мкмоль/л, <https://www.smclinic.ru>), альбумин/креатининовое соотношение (референсные значения 0-30 мг/г, <https://helix.ru/kb/item/40-505>) и сердечной дисфункции N-терминальный фрагмент мозгового натрийуретического пептида (N-Terminal Pro-brain Natriuretic Peptide, NT-pro-BNP, пг/мл, референсные значения для людей в возрасте от 0-75 лет — 0 - 125 пг/мл (пикограмм на миллилитр), (<https://helix.ru>)).

Рассчитана скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по уровню креатинина с учетом возраста и пола. Выставлены стадии ХБП 1 и 2 (согласно Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO): 1 - нормальная функция почек (СКФ ≥ 90 мл/мин/1,73 м²); 2 - легкое снижение функции почек ($60 \leq \text{СКФ} < 90$ мл/мин/1,73 м²). Средние уровни СКФ в группе контроля и в группе сравнения были равными $105,57 \pm 1,55$ мл/мин/1,73 м² (102,94-108,19) и $78,70 \pm 1,19$ мл/мин/1,73 м² (76,71-80,69) соответственно.

Статическую обработку результатов осуществляли с помощью прикладной программы SPSS 24. Нормальность распределения проверяли критерием Колмогорова-Смирнова. При нормальном распределении данные представляли, как среднее (M) и стандартное отклонение (SD), при другом распределении в виде медианы (Me) и межквартильного размаха [25%;75%]. Результаты расценивались как статически значимые при уровне $p \leq 0,05$, как наличие статистической тенденции при уровне $p \leq 0,1$. Взаимосвязь оценивали по коэффициенту корреляции Пирсона с уровнем взаимосвязи по шкале Чеддока (0,1-0,3-слабая, 0,3-0,5-умеренная, 0,5-0,7-заметная, 0,7-0,9 высокая, 0,9-0,99-весьма высокая).

Результаты

В группе мужчин с ХБП1 средний возраст составил $53,20 \pm 1,05$ лет, ДИ 95% (51,42-54,98), с ХБП2 – $56,69 \pm 1,28$ лет, (54,55-58,82). Среднее значение ВМІ в контрольной группе не превышало референсные значения $21,92 \pm 0,65$ кг/м², (20,83-23,02), в группе сравнения превышало норму и показатель группы контроля ($p < 0,05$) – $27,39 \pm 1,07$ кг/м², (25,61-29,17). Среднее значение VFA в группе сравнения также превышало референсный диапазон и показатель группы с ХБП1 ($121,74 \pm 9,99$ см², (105,08-138,40) и $70,97 \pm 6,95$ см², (59,20-82,75) соответственно, $p < 0,05$).

Среднее отклонение от индивидуальной нормы ECW в группе контроля было с недостаточностью ($-0,19 \pm 0,09$ кг, (-0,34 - 0,04)), в группе с ХБП2 показатель был положительным ($0,56 \pm 0,24$ кг, (0,16-0,95)). При этом ECW у 61,11% мужчин контрольной группы и 51,11% группы сравнения не выходила за референсные индивидуальные значения. Среднее отклонение от индивидуальной нормы ICW в группе с ХБП1 было также с недостаточностью ($-0,71 \pm 0,20$ кг, (-1,04 - - 0,38)), в группе с ХБП2 показатель был положительным ($0,62 \pm 0,38$ кг, (-0,01-1,25)). ICW у 42,59% мужчин контрольной группы и 48,89% группы сравнения не выходила за референсные индивидуальные значения. Среднее отклонение от индивидуальной нормы TBW в группе контроля было с недостаточностью ($-0,82 \pm 0,28$ кг, (-1,30 - - 0,35), в группе с ХБП2 показатель был также положительным ($1,19 \pm 0,60$ кг, (0,18-2,19)). У 53,70% мужчин контрольной группы и 51,11% группы сравнения не выходила за референсные индивидуальные значения. Среднее значение индекса гидратации организма (ECW/TBW) в группе контроля было равным $0,389 \pm 0,001$ (0,387-0,392), а в группе сравнения - $0,385 \pm 0,001$ (0,383-0,387). Умеренные отеки были выявлены у 22,22% пациентов с ХБП2, и у 31,48% с ХБП1, выраженные отеки в группе с ХБП1 составили 14,81%, что может быть связано с наличием сердечно-сосудистой дисфункции у больных ХОБЛ, так как выявлена умеренная прямая взаимосвязь ECW/TBW с Nt-pro-BNP в контрольной группе ($r=0,38$) и слабая в группе сравнения ($r=0,31$). У 22,22% пациентов с ХБП1 и 20,0% ХБП2 показатели Nt-pro-BNP превышали референсные значения, что свидетельствует о сердечно-сосудистой дисфункции. При анализе Nt-pro-BNP в группе сравнения средние значения были несколько выше, чем в группе контроля ($224,99 \pm 131,52$ пг/мл (5,64-444,34) и $124,47 \pm 27,57$ пг/мл (77,80-171,15) соответственно) и выше нормальных значений.

Среднее значение SMI в группе контроля был равным $7,22 \pm 0,12$ кг/м² (7,01-7,43), что несколько ниже пороговых значений, а в группе сравнения $8,21 \pm 0,20$ кг/м² (7,89-8,54), не выходя за диапазон референсных значений.

Средние значения TR PhA в группе с ХБП1 составило $7,14 \pm 0,13^\circ$ (6,92-7,35), в группе с ХБП2 – $7,66 \pm 0,19^\circ$ (7,34-7,97), что входило в рамки референсных значений.

Несмотря на то, что средние значения маркеров почечной дисфункции не превышали пороговых значений в обеих группах, в группе контроля ряд показателей был ниже, чем в группе сравнения ($p < 0,05$), за исключением альбумина, креатинина в моче и альбумин-креатининового

соотношения. Средние уровни креатинина крови в группах контроля и сравнения были равными $75,49 \pm 1,57$ мкмоль (72,83-78,15) и $92,17 \pm 1,47$ мкмоль (89,72-94,63) соответственно. Средние значения альбумина в моче в группах ХБП1 и ХБП2 составляли $15,23 \pm 7,60$ мг/л (2,35-28,10) и $11,55 \pm 4,56$ мг/л (3,94-19,16) соответственно, что связано с наличием в группе контроля максимального показателя (349,9 мг/л) у пациента с сахарным диабетом (СД) 2 типа среднего типа тяжести. Средние уровни креатинина в моче в контрольной группе и группе сравнения были равными $10884 \pm 786,33$ мкмоль/л (9552,88-12215,76) и $12463 \pm 1138,30$ мкмоль/л (10564,87-14361,75) соответственно. Средние показатели альбумин/креатининового соотношения в группах ХБП 1 и 2 составили $9,74 \pm 4,18$ мг/г (2,67-16,82) и $7,55 \pm 3,32$ мг/г (2,01-13,10) соответственно.

При анализе связей показателей ВИА и лабораторных показателей в контрольной группе и группе сравнения выявлены: умеренные прямые корреляции между индексом гидратации и уровнем альбумина в моче ($r=0,44$ и $r=0,35$ соответственно); умеренная прямая связь в группе с ХБП1 и заметная в группе ХБП2 между VFA и ECW ($r=0,47$ и $r=0,60$ соответственно), а также между VFA и TBW ($r=0,47$ и $r=0,57$); слабая прямая связь между TR PhA и SMI ($r=0,32$) в группе ХБП1 и умеренная в группе ХБП2 ($r=0,43$).

Обсуждение

Средние значения TBW, полученные нами в группах ХБП 1 и 2 при биоимпедансометрии (с использованием InBody 770) были равными $37,64 \pm 0,82$ л (36,25-39,04) и $44,37 \pm 1,20$ л (42,36-46,38); ECW – $14,64 \pm 0,31$ л (14,12-15,17) и $17,07 \pm 0,45$ л (16,32-17,83), ICW – $23,0 \pm 0,52$ л (22,11-23,88) и $27,30 \pm 0,76$ л (26,04-28,56) соответственно, что было относительно сопоставимо с показателями из аналогичного исследования. Так, в исследовании ученых Сингапура средние значения TBW, выявленные с помощью BIS (с использованием монитора состава тела Fresenius) и ВИА (с использованием Bodystat Quadscan 4000) у 98 стабильных пациентов с ХБП 1-5 (среди которых 54,1% мужчин, 70,4% китайцев, 9,2% малайцев, 13,3% индийцев и 8,2% представителей других этнических групп, ХБП1 12,2%, ХБП2 20,4%, ХБП3 37,8%, ХБП4 24,5%, ХБП5 5,1%) составили $33,6 \pm 7,2$ л и $38,3 \pm 7,4$ л; ECW - $15,8 \pm 3,2$ л и $16,9 \pm 2,7$ л; и ICW - $17,9 \pm 4,3$ л и $21,0 \pm 4,9$ л соответственно. Оценки перегрузки жидкостью, выполненные BIS, были связаны с биохимическими и клиническими показателями [7].

Доля пациентов в исследуемой нами группе с ХБП2 с ВМІ вне референсных значений составила 64,44% (4,44% ниже нормы и 60,0% выше нормы) а в группе с ХБП1 – 29,63% (по 14,81% ниже и выше нормы). В исследовании ученых Сургутского государственного университета, обследовавших 145 пациентов с ХОБЛ (среди которых 84,1% мужчин, со средним возрастом $60,7 \pm 0,9$ лет). Среднее значение ВМІ в когорте обследуемых соответствовало избыточной массе тела, составив $26,6 \pm 0,6$ кг/м². ВМІ был выше в группе с СКФ СКD-EP1 < 30 мл/мин/1,73 м² ($p = 0,05$). Избыточная масса тела, ожирение зарегистрированы у каждого 2-го пациента (49,6%) в

выборке ($p=0,973$), что несколько превышает общепопуляционные исследования (30-35%). По данным многофакторного анализа выделены основной предиктор снижения СКФ у больных ХОБЛ: $BMI > 26,5 \text{ кг/м}^2$ [8].

Средние значения VFA, полученные нами в группах ХБП 1 и 2 составили $70,97 \pm 6,95 \text{ см}^2$ (59,2-82,75) и $123,04 \pm 9,87 \text{ см}^2$ (106,55-139,53) соответственно, что было относительно сопоставимо с показателями из аналогичного исследования. В исследовании ученых из Кореи средние значения VFA выявленные с помощью BIA (с использованием In-Body 720) в низких, средних и высоких терцилях составили $63,2 \pm 14,2$, $94,0 \pm 6,9$ и $123,6 \pm 15,4 \text{ см}^2$ соответственно. Распространенность ХБП ($<60 \text{ мл/мин/1,73 м}^2$) составила 6,9% в низком терциле, 13,9% - в среднем и 25,2% - в высоком терциле ($p < 0,001$). Таким образом, VFA, измеренный с помощью BIA, может быть простым методом прогнозирования риска ХБП [9].

В нашем исследовании пациентов в группе с ХБП2 с TR PhA менее 6° было 6,67%, у всех из них выявлена недостаточность мышечной массы от 3,8 до 8,1 кг, в группе больных с ХБП1 - 7,41% с недостаточностью от 4,6 до 5,8 кг. У 198 амбулаторных пациентов Испании с ожирением ($ИМТ \geq 30$), разделенных на терцили в соответствии с распределением PhA ($<5^\circ$, $5^\circ-6^\circ$, $>7^\circ$), определенного многочастотным сегментарным анализатором состава тела Tanita MC-780P выявлено, что пациенты в самом низком терциле имели самую низкую массу скелетных мышц и самый высокий процент лиц с анамнезом СД2, ХБП и сердечной недостаточности (СН) [10]. Исследование проведенное среди пациентов с ХБП без диализа (когорты хронической почечной недостаточности, 3751 участник) выявило риски для Ph $< 5,59^\circ$ против $\geq 6,4^\circ$ для смертности по любой причине (2,02 (1,67–2,43)), для событий СН (1,80 (1,46–2,23)) и для прогрессирования ХБП (1,78 (1,56–2,04)) [11].

В группе пациентов с ХБП1 в нашем исследовании доля пациентов с недостаточностью SMM более чем на 1 кг составила 42,59%, а в группе с ХБП2 – 11,11%. Уравнение оценки СКФ на основе сывороточного креатинина может различаться с определяемой СКФ в популяциях с ХБП с низкой мышечной массой. Уравнение оценки СКФ на основе BCM (Body Cell Mass, клеточной массы тела) показало лучшие результаты, чем уравнение расчетного СКФ на основе креатинина в индийской популяции больных ХБП [12].

Выводы

BIA рекомендуется для комплексной оценки статуса здоровья коморбидных пациентов с ХБП и сердечно-сосудистой дисфункцией с коррекцией выявленных изменений и дальнейшим мониторингом BIA.

Список литературы

1. Ohashi, Y. The Associations of Malnutrition and Aging with Fluid Volume Imbalance between Intra- and Extracellular Water in Patients with Chronic Kidney Disease / Y. Ohashi, R. Tai, T. Aoki, et al. - DOI: 10.1007/s12603-015-0658-x.// J Nutr Health Aging. – 2015. - V. 10 - №19. – P. 986-93.

2. Abbas, S. R. Comparison of bio-impedance techniques to detect changes in fluid status in hemodialysis patients / S. R. Abbas, L. Liu, M. H. Sipahioglu et al. - DOI: 10.1159/000356830 // Blood Purif. – 2014. - №37. – P. 48–56.
3. Hassan, M. O Volume overload and its risk factors in South African chronic kidney disease patients: an appraisal of bioimpedance spectroscopy and inferior vena cava measurement/ M. O Hassan, R. Duarte, T. Dix-Peek . et al. - DOI: 10.5414/CN108778 // Clin Nephrol. – 2016. - №86. – P.27–34.
4. Thanakitcharu, P. Early detection of subclinical edema in chronic kidney disease patients by bioelectrical impedance analysis / P. Thanakitcharu, B. J. Jirajan // Med Assoc Thai. - 2014 - Vol. 97 - №11. - P1-10.
5. Guo, Y. Application of Bioelectrical Impedance Analysis in Nutritional Management of Patients with Chronic Kidney Disease / Nutrients.Y Guo, M. Zhang, T.Ye , Z.Wang, Y Yao - DOI: 10.3390/nu15183941 // 2023. - Vol.15. - №18. - e.3941.
6. Walowski, C. O. Reference Values for Skeletal Muscle Mass - Current Concepts and Methodological Considerations / C. O. Walowski., W. Braun, M. J. Maisch. et al - DOI: 10.3390/nu12030755 // Nutrients. - 2020. - Vol.12. -№3. - e.755.
7. Lee, S.W. Evaluation of different bioimpedance methods for assessing body composition in Asian non-dialysis chronic kidney disease patients / S. W. Lee, C .L. Y Ngoh, H. R. Chua et al - DOI: 10.23876/j.krcp.18.0069 // Kidney Res Clin Pract. – 2019. -Vol. 38. - №1. – P. 71-80.
8. Долгополова, Д.А. Предикторы развития хронической болезни почек у больных хронической обструктивной болезнью легких / Д. А. Долгополова // Клиницист. – 2016. – Т.3. - №10. - С.51-57.
9. Kang, S. H. Association of visceral fat area with chronic kidney disease and metabolic syndrome risk in the general population: analysis using multi-frequency bioimpedance / S. H. Kang, K. H. Cho, J. W. Park, K. W. Yoon, J. Y Do. - DOI: 10.1159/000368498 // Do Kidney Blood Press Res. – 2015. – V. 40. - №3. - P. 223-230.
10. Carretero Gómez, J. Bioelectrical impedance-derived phase angle (PhA) in people living with obesity: Role in sarcopenia and comorbidities / J. Carretero Gómez, P. González González, T.F. Galeano Fernández et al. - DOI: 10.1016/j.numecd.2024.06.016.// Nutr Metab Cardiovasc Dis. – 2024. – Vol. 34. - №11. - 2511-2518.
11. Mayne, K.J. Bioimpedance Indices of Fluid Overload and Cardiorenal Outcomes in Heart Failure and Chronic Kidney Disease: a Systematic Review / K. J. Mayne, R. Shemilt, D. F. Keane, J. S. Lees, P. B. Mark, W.G. Herrington - DOI: 10.1016/j.cardfail.2022.08.005 // J Card Fail- 2022. – Vol. 28. - №11. – P. 1628-1641.

12. Singh, R. Addition of bioimpedance-derived body cell mass improves performance of serum creatinine-based GFR estimation in a chronic kidney disease cohort / R. Singh, M. Ansari, N. Rao et al. - DOI: 10.1007/s11255-023-03758-z // Int Urol Nephrol. – 2024. – Vol. 56. - №3. – P. 1137-1145.

Исследование проведено в рамках гранта МОН РК «Патогенетическое значение структурно-функционального дисбаланса сосудистой системы в пульмо-кардио-ренальном континууме» (ИРН AP19676870)