

Оценка роли стероидного профиля в диагностике ожирения у мужчин

Павлова З.Ш.¹, Голодников И.И.²

¹ Медицинский научно-образовательный центр МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» МЗ РФ, Москва

С каждым десятилетием во многих странах мира увеличивается количество мужчин, доживающих до старости и, соответственно, до истощения желез внутренней секреции, в том числе и до андрогенного дефицита. Все большее значение приобретает дефицит тестостерона у молодых мужчин.

Цель. Выявление связи между параметрами состава тела, полученными с помощью биоимпедансного анализа, и показателями стероидного профиля в крови у мужчин.

Материалы и методы. Ретроспективно проанализированы данные 138 мужчин, средний возраст которых составил $45,2 \pm 12,2$; Ме 46 лет, без тяжелых системных, онкологических, аутоиммунных заболеваний. Наблюдаемым проведен биоимпедансный анализ (Биоимпедансный анализатор состава тела ABC-01 «Медасс», Россия) и определен уровень тестостерона (нмоль/мл) и эстрадиола (пг/мл) в крови. В зависимости от полученных данных, обследованные мужчины были разделены на 4 группы: I ($n=13$), средний возраст $35,6 \pm 12,4$ лет, мужчины с нормальными показателями массы тела, II ($n=53$), средний возраст $47,7 \pm 11,4$ лет, мужчины с избыточной массой (предожирение), III ($n=41$), средний возраст $45,4 \pm 11,5$ лет, ожирение I степени и IV ($n=31$) – средний возраст $46,1 \pm 16,2$ лет, ожирение II-III степени.

Результаты и обсуждение. Средний уровень общего тестостерона крови был определен у 130 мужчин и составил $12,76 \pm 5,03$ нмоль/л, Ме 11,89. При сопоставлении выраженности ожирения и уровня общего тестостерона в крови выявлено снижение уровня гормона, пропорционально степени избыточной массы тела. Уровень общего тестостерона ниже $12,1$ нмоль/л выявлен у большинства (83,3%) мужчин со II-III степенью ожирения. Несмотря на предполагаемую очевидность корреляций между результатами уровня тестостерона, эстрадиола и параметрами биоимпедансного анализа состава тела, какие-либо корреляции отсутствовали во всех группах по степени ожирения. Выявлено большое количество корреляций тестостерона во всей выборке, однако эти данные не сопоставимы. Были получены неожиданные результаты, объяснения которым найти сложно. Например, у лиц со II+III степенью ожирения наблюдалась высокая положительная корреляция эстрадиола с активной клеточной массой, скелетно-мышечной массой и основным обменом, что также противоречит исходной гипотезе, когда высокий уровень эстрадиола, как правило, сопровождается избыточно развитой жировой массой и не всегда нормально развитой мышечной тканью.

Заключение. По полученным нами результатам сильных корреляционных связей между параметрами биоимпедансного исследования состава тела и уровнями тестостерона и эстрадиола не было выявлено. То есть, прогнозировать состав тела ориентируясь на уровни тестостерона и эстрадиола, или наоборот, нельзя. Иначе говоря, эти методы не могут быть взаимозаменяемыми, даже потенциально.

Ключевые слова: биоимпедансный анализ, тестостерон, эстрадиол, индекс массы тела, мужчины, ожирение.

Assessment of the role of the steroid profile in the diagnosis of obesity in men

Pavlova Z.Sh., Golodnikov I.I.

Every decade in many countries of the world, the number of men living to old age and, accordingly, to the depletion of the endocrine glands, including androgen deficiency, is increasing. Testosterone deficiency in young men is becoming increasingly important.

The objective. To search for a relationship between body composition parameters obtained using bioimpedance analysis and indicators of the steroid profile in the blood of men.

Materials and methods. Retrospectively analyzed the data of 138 men, whose average age was 45.2 ± 12.2 ; Me 46 years old, without severe systemic, oncological, autoimmune diseases. The subjects underwent bioimpedance analysis (Bioimpedance body composition analyzer ABC-01 "Medass", Russia) and the level of testosterone

Голодников Иван Иванович

ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»

125993, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

e-mail: golodnikov@fbm.msu.ru

ORCID: 0000-0003-0935-9004

(nmol/ml) and estradiol (pg/ml) in the blood was determined. Depending on the data obtained, the examined men were divided into 4 groups: I ($n = 13$), average age 35.6 ± 12.4 years, men with normal body weight, II ($n = 53$), average age 47.7 ± 11.4 years, overweight men (preobesity), III ($n = 41$), mean age 45.4 ± 11.5 years, obesity degree I and IV ($n = 31$) - mean age 46.1 ± 16.2 year; obesity II-III degree.

Results and discussion. Despite the supposed evidence of correlations between the results of testosterone, estradiol and parameters of bioimpedance analysis of body composition, there were no correlations in all groups according to the degree of obesity. A large number of testosterone correlations were found in the entire sample, but this analysis does not make sense due to the incomparability of such data. Unexpected results were obtained, the explanations for which are difficult to find. For example, in persons with II + III degrees of obesity, there was a high positive correlation of estradiol with active cell mass, musculoskeletal mass and basal metabolism, which also contradicts the initial hypothesis, when a high level of estradiol, as a rule, is accompanied by overdeveloped fat mass and not always normally developed muscle tissue.

Conclusion. According to our results, there were no strong correlations between the parameters of the results of bioimpedance studies of body composition and the levels of testosterone and estradiol. That is, we cannot predict body composition based on testosterone and estradiol levels, or vice versa. In other words, these methods cannot be interchangeable, even potentially.

Keywords: bioimpedance analysis, testosterone, estradiol, body mass index, men, obesity.

В мире увеличение продолжительности жизни за последние 100 лет привело к росту количества мужчин, доживших до 65 лет, в 7 раз. Тех мужчин, кто прожил более 85 лет, стало в 31 раз больше, что красноречиво говорит о прогрессе медицинской науки [1]. Несмотря на то, что с каждым десятилетием во многих странах мира увеличивается количество мужчин, доживающих до старости и, соответственно, до истощения желез внутренней секреции, в том числе и до андрогенного дефицита, все большее значение приобретает дефицит тестостерона у молодых мужчин, потому что их количество также неуклонно растет. И наибольший вклад в этот рост вносят случаи с избыточной массой тела и/или ожирением. Согласно исследованиям российских ученых, у мужчин старше 45 лет распространенность дефицита тестостерона составляет от 10 до 40% в общей выборке [2]. Какое количество молодых мужчин до 45 лет имеют недостаточный уровень тестостерона, пока остается предполагать.

Одним из очевидных клинических изменений на фоне андрогенного дефицита является изменение состава тела. Даже если человек не передает и не имеет избыточно развитую жировую ткань, но имеет недостаточный уровень тестостерона, его мышечная масса будет недостаточно развитой, особенно с учетом того, что кроме сниженного анаболического действия тестостерона будет еще и меньше возможности быть физически активным.

Под «составом тела» понимают деление общей массы на несколько взаимодополняющих частей и их баланс [3]. На фоне андрогенного дефицита

уменьшается объем мышечной ткани и увеличивается объем жировой, если не в абсолютных, то в относительных количествах. Формируется так называемая саркопения или пресаркопения. Мышечная масса при некомпенсированном дефиците тестостерона будет прогрессивно снижаться, вплоть до атрофии. К 70-летнему возрасту потеря тощей массы, преимущественно за счет снижения мышечной массы, составляет в среднем около 12 кг. Эти изменения формируются за несколько десятков лет, примерно с того же возраста, когда начинает снижаться тестостерон, то есть с 30-35 лет [4]. Такая прогрессивная потеря мышечной ткани складывается из ряда составляющих: это уменьшение синтеза белка, в том числе и из-за его меньшей усвояемости (снижение способности пережевывать белковую пищу, уменьшение синтеза пищеварительных ферментов и способности усваивать аминокислоты и другие нутриенты), снижение синтеза анаболических гормонов, тех же андрогенов, и снижение секреции гормона роста, инсулиноподобного фактора роста 1 и прочего. Необходимо не забыть о глобулине, связывающем половые стероиды, так как ряд ученых демонстрирует обратно пропорциональную связь минеральной плотности костной ткани с уровнем этого транспортного белка как у мужчин, так и у женщин [5, 6]. Иначе говоря, даже если уровень половых стероидов в норме, то при высоком уровне глобулина, связывающего половые гормоны (ГСПГ), иначе – гликопротеина, биологически активных форм недостаточно, чтобы в полной мере оказывать влияние на организм.

Кроме снижения синтеза белка происходит и изменение структуры мышечного волокна – снижается его толщина и уменьшается количество волокон [7, 8]. Все это будет иметь соответствующие последствия – снижение силы, выносливости, способности удерживать тело в необходимом положении и координировать действия. Это приводит к уменьшению физической активности, а гиподинамия не способствует высокому уровню метаболизма мышечной ткани, запуская порочный круг: чем меньше активности, тем большей атрофии подвергается мышечная ткань. И чем более выражена атрофия мышечной ткани, тем меньше возможностей для физической активности будет у человека.

Несмотря на то, что мышечная масса у такого человека прогрессивно уменьшается, общий вес растёт. За счет чего? Вес увеличивается за счет постепенно накапливаемого объема жировой ткани и, как правило, с акцентом на висцеральную ее часть. Взаимосвязь между абдоминальной формой ожирения и андрогенным дефицитом представлена во множестве исследований, некоторые из которых стали легендарными – The Tromso study [9]. В данном исследовании, при участии 1548 мужчин в возрасте от 25 до 84 лет в период с 1994 по 1995 год, достоверно продемонстрирована обратная зависимость уровня свободного и общего тестостерона от величины окружности талии. У большинства таких пациентов индекс массы тела может быть в пределах избыточной массы тела, а не ожирения. А вот длина окружности талии будет за пределами нормы, то есть больше 94 см. Еще более объективным методом, чем сантиметровая лента, который не оставит шансов пропустить нарушения состава тела, является биоимпедансный анализ тела [10].

По результатам нескольких обсервационных исследований последних 5 лет, ученые предположили, что сочетание абдоминальной формы ожирения и низкого уровня тестостерона можно рассматривать как прогностически неблагоприятный фактор повышенного риска смерти [11–13]. Другие результаты доклинического исследования показали интересные факты, что именно ожирение у отцов, а не у матерей, будет predispose к развитию ожирения и нарушению физиологического функционирования гипоталамо-гипофизарно-яичковой оси у потомства мужского пола [14].

Нами было намечено провести ретроспективное аналитическое исследование для выявления наличия связи между параметрами состава тела и различными показателями стероидного профиля и биохимических параметров крови. В этом исследовании

мы рассмотрим результаты только уровней тестостерона и эстрадиола у мужчин, в зависимости от состава тела и возможности прогнозирования уровня тестостерона и эстрадиола по результатам биоимпедансного анализа.

Цель исследования

Выявление связи между параметрами состава тела, полученными с помощью биоимпедансного анализа, и показателями стероидного профиля в крови у мужчин.

Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы данные 138 мужчин, средний возраст которых составил $45,2 \pm 12,2$ (Me 46) лет, без тяжелых системных, онкологических, аутоиммунных заболеваний. Наблюдаемым был проведен биоимпедансный анализ (БИА) (Биоимпедансный анализатор состава тела ABC-01 «Медасс», Россия) и определен уровень тестостерона (ИФА, нмоль/мл) и эстрадиола (ECLIA, пг/мл) в крови.

Из программного обеспечения анализатора были экспортированы следующие параметры: возраст (года), рост (см), вес (кг), величины окружностей талии и бедер (см), индекс соотношения талия/бедра (ИТБ, см), основной обмен (ОО, ккал), фазовый угол (ФУ, град), индекс массы тела (ИМТ), жировая масса тела (ЖМТ, кг), безжировая (тощая) масса (БМТ, кг), активная клеточная масса (АКМ), процентное содержание АКМ в безжировой массе (%АКМ), скелетно-мышечная масса (СММ), процентное содержание скелетно-мышечной массы к безжировой массе (%СММ), удельный (нормированный на площадь поверхности тела) основной обмен (УОО), общая вода организма (ОВО), объем внеклеточной жидкости (ВКЖ), а также процентное содержание жира в теле (%ЖМТ). Все данные были занесены в таблицу Microsoft Office Excel 2016.

В зависимости от полученных данных, обследованные мужчины были разделены на 4 группы: I ($n=13$), средний возраст $35,6 \pm 12,4$ лет, мужчины с нормальными показателями массы тела; II ($n=53$), средний возраст $47,7 \pm 11,4$ лет, мужчины с избыточной массой (предожирение); III ($n=41$), средний возраст $45,4 \pm 11,5$ лет, ожирение I степени и IV ($n=31$) – средний возраст $46,1 \pm 16,2$ лет, ожирение II–III степени.

Статистическая обработка полученных данных выполнялась в программе IBM SPSS Statistics 23.0. Для каждой характеристики и критерия были определены следующие статистические параметры:

среднее – математическое ожидание, рассчитываемое как среднее арифметическое; медиана – число, разделяющее выборку на две равные (большую и меньшую) части; стандартное отклонение – показатель рассеивания случайной величины относительно ее математического ожидания. Для проверки распределений на нормальность использовался одновыборочный критерий Колмогорова-Смирнова, уровень значимости – 0,05. Для проверки равенства средних нескольких выборок использовался критерий Краскела-Уоллиса, уровень значимости – 0,05. Корреляционный анализ проводился между всеми результатами БИА и уровнем тестостерона. При нормальном распределении выборки использовался коэффициент корреляции Пирсона (r). При ненормальном распределении выборки рассчитывался коэффициент корреляции Спирмена.

Результаты

Средний уровень общего тестостерона крови был определен у 130 мужчин и составил $12,76 \pm 5,03$ нмоль/л, Ме 11,89. При сопоставлении выраженности ожирения и уровня общего тестостерона в крови выявлено снижение уровня гормона, пропорционально степени избыточной массы тела ($p < 0,001$). Сходная тенденция отмечена и при сопоставлении доли мужчин с дефицитом тестостерона ($< 12,1$ нмоль/л) по группам (табл. 1) [15]. Так, уровень общего тестостерона ниже $12,1$ нмоль/л выявлен у большинства (83,3%) мужчин со II-III степенью ожирения. Уровень тестостерона достоверно отличался в разных группах $p < 0,001$.

Группы	Среднее (нмоль/л)	Ме	Мужчины с уровнем гормона $< 12,1$ нмоль/л (абс., %)
I (n=10)	$16,7 \pm 3,67$	17,34	1 (10%)
II (n=50)	$14,1 \pm 4,87$	13,75	21 (42%)
III (n=40)	$12,79 \pm 4,69$	12,6	20 (50%)
IV (n=30)	$9,14 \pm 4,08$	8,34	25 (83,3%)

При сопоставлении результатов БИА и уровня тестостерона значимые корреляционные связи в каждой из групп не выявлены (табл. 2).

Так как установлено, что в избыточно развитой жировой ткани в организме человека под действием фермента ароматазы происходит превращение тестостерона в эстрадиол, было проанализировано соотношение этих показателей у 123 мужчин, вошедших в исследование. Выявлено, что средний уровень эстрадиола составил $35,57 \pm 17,35$ пг/мл, Ме

Показатели БИА	r	p
Возраст	-0,04	0,67
Рост (см)	0,04	0,65
Вес (кг)	-0,453 **	$\leq 0,01$
Окружность талии (см)	-0,482 **	$\leq 0,01$
Окружность бедер (см)	-0,417 **	$\leq 0,01$
ИТ/Б	-0,317 **	$\leq 0,01$
Фазовый угол 50 кГц (град.)	-0,04	0,66
ИМТ (кг/кв.м)	-0,490 **	$\leq 0,01$
ЖМ (кг)	-0,466 **	$\leq 0,01$
Доля ЖМ (%)	-0,432 **	$\leq 0,01$
ТМ (кг)	-0,381 **	$\leq 0,01$
АКМ (кг)	-0,389 **	$\leq 0,01$
Доля АКМ (%)	-0,04	0,69
СММ (кг)	-0,303 **	$\leq 0,01$
Доля СММ (%)	0,315 **	$\leq 0,01$
Основной обмен (ккал)	-0,389 **	$\leq 0,01$
Удельный обмен (ккал/кв.м)	0,08	0,35
Вода (кг)	-0,382 **	$\leq 0,01$
Внеклеточная вода (кг)	-0,370 **	$\leq 0,01$
Внутриклеточная вода (кг)	-0,388 **	$\leq 0,01$

** – слабые корреляционные связи при $p \leq 0,01$

31,87. При сопоставлении выраженности ожирения и уровня эстрадиола (табл. 3) не выявлено связи между его уровнем и степенью ожирения ($p > 0,05$).

Группы	Среднее пг/мл	Ме	Мужчины с уровнем гормона $> 41,2$ пг/мл (абс., %)
I (n=9)	$38,24 \pm 20,7$	27,51	3 (33,3%)
II (n=47)	$33,09 \pm 15,42$	30,78	13 (27,7%)
III (n=40)	$38,79 \pm 19,6$	36,08	16 (40%)
IV (n=27)	$34,23 \pm 15,89$	30,5	9 (33,3%)

Избыточный уровень эстрадиола в крови ($> 41,2$ пг/мл) был выявлен у трети (41 человек, 33,3%) обследованных мужчин, однако достоверной зависимости от степени ожирения не отмечено ($p > 0,05$).

Выраженных корреляций между уровнем эстрадиола в крови и результатами БИА, как при сравнении показателей всех обследованных, так и отдельно – мужчин с нормальной массой тела (I группа) и с ожирением II-III степени (IV группа) – также не выявлено (табл. 4).

Таким образом, анализ полученных данных выявил, что при сопоставлении выраженности ожирения и уровня общего тестостерона в крови уровень гормона снижается пропорционально степени избыточной массы тела ($p < 0,001$). Сходная

Таблица 4

Показатели корреляционного анализа результатов БИА и уровня эстрадиола в крови

Показатели БИА	Общее кол-во (n=123)		I группа (n=9)		IV группа (n=27)	
	r	p	r	p	r	p
Возраст	-0,08	0,35	0,13	0,75	-0,32	0,10
Рост (см)	0,178 *	0,05	0,26	0,51	0,36	0,07
Вес (кг)	0,08	0,39	0,30	0,43	0,471 *	0,01
Окружность талии (см)	0,02	0,79	0,40	0,28	0,30	0,13
Окружность бедер (см)	0,07	0,44	0,30	0,43	0,27	0,17
Т/Б	0,00	0,99	0,10	0,80	-0,04	0,86
Фазовый угол 50 кГц (град.)	-0,07	0,43	0,18	0,65	-0,07	0,71
ИМТ (кг/кв.м)	0,03	0,72	0,05	0,90	0,29	0,14
ЖМ (кг)	0,04	0,67	-0,28	0,47	0,31	0,12
Доля ЖМ (%)	0,03	0,78	-0,27	0,49	0,12	0,56
ТМ (кг)	0,15	0,10	0,820 **	0,01	0,536 **	≤0,01
АКМ (кг)	0,08	0,41	0,60	0,09	0,508 **	0,01
Доля АКМ (%)	-0,07	0,43	0,19	0,62	-0,07	0,71
СММ (кг)	0,222 *	0,01	0,733 *	0,02	0,580 **	≤0,01
Доля СММ (%)	0,07	0,42	0,07	0,86	0,22	0,27
Осн,Обм, (ккал)	0,08	0,41	0,60	0,09	0,519 **	0,01
Уд,Обм, (ккал/кв.м)	-0,02	0,81	0,62	0,08	0,04	0,84
Вода (кг)	0,15	0,10	0,820 **	0,01	0,537 **	≤0,01
Внеклеточная вода (кг)	0,16	0,07	0,700 *	0,04	0,546 **	≤0,01
Внутриклеточная вода (кг)	0,15	0,11	0,728 *	0,03	0,468 *	0,01

* $p \leq 0,05$ ** $p \leq 0,01$

тенденция отмечена и при сопоставлении доли мужчин с дефицитом тестостерона по группам. Уровень общего тестостерона ниже 12,1 нмоль/л выявлен у большинства (83,3%) мужчин со II-III степенью ожирения.

Сопоставление уровня эстрадиола в крови выявило, что избыточная выработка гормона (>41,2 пг/мл) отмечена у трети (33,3%) обследованных мужчин как с нормальной массой тела (I группа), так и с II-III степенью ожирения (IV группа), ($p > 0,05$). Достоверных корреляционных связей между уровнем гормона в крови и показателями БИА отметить не удалось.

Обсуждение

Проблема ожирения, в том числе и у мужчин, уже признана проблемой в масштабах эпидемии во всем мире. В поисках максимально объективных методов диагностики состава тела и возможных корреляционных связей между параметрами тела и параметрами крови способствовали тому, чтобы мы провели ретроспективный анализ в поисках таких взаимосвязей.

При корреляционном анализе тестостерона и результатов БИА какая-либо корреляция отсутствовала во всех группах по степени ожирения, и найдено большое количество корреляций во всей выборке. Однако анализ всей выборки, по-видимому, не имеет смысла, поскольку такие пациенты

разнообразны по степени ожирения, а у лиц с повышенным весом уровень тестостерона должен быть изначально ниже, чем у лиц с нормальным весом, из-за повышенной ароматизации и превращения его в эстрадиол и в дальнейшем – подавления эстрадиолом синтеза ГнРГ и ЛГ, соответственно, и синтеза тестостерона. В данной выборке уровень тестостерона действительно статистически значимо ($p < 0,001$) отличался в разных группах, разделенных по степени ожирения. Полученные результаты не оставили надежд на то, чтобы ориентироваться на показатели БИА и прогнозирование уровня тестостерона – нет для этого оснований, но закономерно возник вопрос о том, есть ли подобная взаимосвязь между параметрами биоимпеданса и эстрадиолом. Эстрадиол физиологически образуется у всех мужчин. При этом, у лиц с ожирением образование эстрадиола становится выше нормальных значений, за счет повышенной активности фермента ароматазы в избыточно развитой жировой ткани, в совокупности со стимулирующим на ароматазу действием системного воспаления в жировой ткани. На нашей выборке этого эффекта не было продемонстрировано, уровень эстрадиола статистически значимо не отличался во всех группах по степени ожирения, $p > 0,05$. Более того, одной из проверяемых гипотез данной работы была связь жировой массы с уровнем эстрадиола, предполагалась высокая положительная

корреляция у лиц с I-й, II-III-й степенью ожирения, но полученные результаты полностью опровергли эту связь, корреляции нет. При этом у лиц со II-III-й степенью ожирения наблюдается высокая положительная корреляция эстрадиола с АКМ, СММ и основным обменом, что также противоречит гипотезе. Данные результаты требуют дополнительного исследования для их подтверждения или опровержения.

Несмотря на не подтвердившуюся гипотезу о наличии убедительных корреляционных связей между уровнями тестостерона и эстрадиола с параметрами биоимпедансного анализа состава тела в нашем исследовании, этот метод является одним из перспективных методов, долго использовавшихся только в определенных областях медицины, таких как космическая или спортивная, и только в последнее время начинает приобретать должную известность во всех остальных отраслях медицины, так как является простым в техническом выполнении процедуры, экономически доступным и объективным, в отличие от весов и сантиметровой ленты. Лабораторные результаты не всегда соответствуют клинике и неутрачивающие споры вокруг объективности тех или иных лабораторных методов заставляют искать новые точки опоры в диагностике.

Заключение

Избыточный вес и ожирение у мужчин среднего возраста сопровождается пропорциональным снижением общего тестостерона в крови. Сходная тенденция отмечена и при сопоставлении доли мужчин с дефицитом тестостерона по группам ожирения: уровень общего тестостерона ниже 12,1 нмоль/л выявлен у половины мужчин с I-й степенью и у большинства (83,3%) – с II-III степенью ожирения.

Сопоставление уровня эстрадиола в крови выявило, что избыточная выработка гормона (>41,2 пг/мл) отмечена у трети (33,3%) обследованных мужчин ($p>0,05$). Достоверных корреляционных связей между уровнем гормона в крови и показателями биоимпедансного анализа отметить не удалось, что может быть побудительным мотивом для дальнейших исследований.

Литература

- Аметов А.С., Пащикова Е.Ю. Эволюция тестостеронозаместительной терапии. Новые формы – новые возможности. // *Эндокринология: новости, мнения, обучение*. 2017. Т. 19, №2. С. 55-65.
- Галимов Ш.Н., Божedomов В.А., Галимова Э.Ф., Павлова В.Н., Сухих Г.Т. Мужское бесплодие. Молекулярные и иммунологические аспекты. Монография. . 2020: М.:ГЭОТАР-Медиа. 202 с.
- Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. 2009: М.:Наука 392 с..
- Пащикова Е.Ю., Рождественская О.А. Возрастной андрогенный дефицит у мужчин: этиология, клиника, диагностика, лечение. // *Андрология и генитальная хирургия*. 2015. Т. 16, № 1. С. 95-101.
- Cauley J.A., Ewing S.K., Taylor B.C., Fink H.A., Ensrud K.E., Bauer D.C., Barrett-Connor E., Marshall L., Orwoll E.S. Sex steroid hormones in older men: longitudinal associations with 4.5-year change in hip bone mineral density--the osteoporotic fractures in men study. // *J Clin Endocrinol Metab*. 2010. Vol. 95, N 9. P. 4314-23.
- Woo J., Kwok T., Leung J.C., Ohlsson C., Vandenput L., Leung P.C. Sex steroids and bone health in older Chinese men. // *Osteoporos Int*. 2012. Vol. 23, N 5. P. 1553-62.
- Buvat J., Maggi M., Guay A., Torres L.O. Testosterone deficiency in men: systematic review and standard operating procedures for diagnosis and treatment. // *J Sex Med*. 2013. Vol. 10, N 1. P. 245-84.
- Bross R., Javanbakht M., Bhasin S. Anabolic interventions for aging-associated sarcopenia. // *J Clin Endocrinol Metab*. 1999. Vol. 84, N 10. P. 3420-30.
- Svarthberg J., von Mühlen D., Sundsfjord J., Jorde R. Waist circumference and testosterone levels in community dwelling men. The Tromsø study. // *Eur J Epidemiol*. 2004. Vol. 19, N 7. P. 657-63.
- Аметов А.С., Араблинский А.В., Гоголева С.П., Голодников И.И., Дарсизова М.Н., Доскина Е.В., Дударева В.А., Дядикова И.Г., Камынина Л.Л., Косян А.А., Лебединский И.Н., Литвиненко В.М., Павлова З.Ш., Пащикова Е.Ю., Пьяных О.П., Рамазанова З.Д. и др., Ожирение. Современный взгляд на патогенез и терапию. Том 2. 2021, М.:Москва 264 с.
- Grossmann M. Hypogonadism and male obesity: Focus on unresolved questions. // *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2018. Vol. 89, N 1. P. 11-21.
- Laouali N., Brailly-Tabard S., Helmer C., Ancelin M.L., Tzourio C., Singh-Manoux A., Dugravot A., Elbaz A., Guiochon-Mantel A., Canonic M. Testosterone and All-Cause Mortality in Older Men: The Role of Metabolic Syndrome. // *J Endocr Soc*. 2018. Vol. 2, N 4. P. 322-335.
- Lopez D.S., Qiu X., Advani S., Tsilidis K.K., Khera M., Kim J., Morgentaler A., Wang R., Canfield S. Double trouble: Co-occurrence of testosterone deficiency and body fatness associated with all-cause mortality in US men. // *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2018. Vol. 88, N 1. P. 58-65.
- Sanchez-Garrido M.A., Ruiz-Pino F., Velasco I., Barroso A., Fernandois D., Heras V., Manfredi-Lozano M., Vazquez M.J., Castellano J.M., Roa J., Pinilla L., Tena-Sempere M. Intergenerational Influence of Paternal Obesity on Metabolic and Reproductive Health Parameters of the Offspring: Male-Preferential Impact and Involvement of Kiss1-Mediated Pathways. // *Endocrinology*. 2018. Vol. 159, N 2. P. 1005-1018.
- Дедов И.И. Рекомендации по диагностике и лечению дефицита тестостерона у мужчин. // ФГБУ «Эндокринологический научный центр» Минздрава России. 2016.