

DOI: <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2024.1.40>

Корреляция уровня триглицеридов и половых гормонов в сыворотке крови с величиной висцеральной жировой ткани у пациентов с эректильной дисфункцией

В.М. Бондаренко, С.И. Пиманов, Е.В. Макаренко

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2024. – Том 23, №1. – С. 40-48.

Correlation of the triglycerides level and sex hormones in the blood serum with the amount of visceral adipose tissue in patients with erectile dysfunction

V.M. Bondarenko, S.I. Pimanov, E.V. Makarenko

Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2024;23(1):40-48.

Резюме.

Цель исследования – установить корреляцию величины висцеральной жировой ткани (ВЖТ) различной локализации с уровнем триглицеридов и половых гормонов в сыворотке крови пациентов с эректильной дисфункцией (ЭД). Материал и методы. Обследовано 47 мужчин с ЭД в возрасте Me (25; 75) 52,0 (44,0; 55,0) года. Все обследованные заполнили опросник «Международный индекс эректильной функции (МИЭФ-5)». Критерием наличия ЭД было снижение показателя шкалы МИЭФ-5 менее 20 баллов. Ультразвуковое исследование для измерения величины ВЖТ различной локализации осуществляли на аппарате «Logiq E9» (фирма «GE Healthcare», США) с конвексным 4,0 МГц и линейным 10,0 МГц датчиками. Оценивали также толщину интима-медиа сонных артерий. Определение уровня сывороточного тестостерона, пролактина, эстрадиола, фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов осуществлялось методом радиоиммунологического анализа.

Результаты. Установлена умеренная отрицательная корреляция содержания тестостерона в сыворотке крови с количеством внутрибрюшной висцеральной жировой ткани ($r=-0,517$; $p<0,001$) и площадью нижней части периренальной жировой ткани ($r=-0,417$; $p=0,004$), а также слабая отрицательная корреляция уровня сывороточного тестостерона с величиной эпикардиальной висцеральной жировой ткани ($r=-0,326$; $p=0,025$) и толщиной интима-медиа слева ($r=-0,379$; $p=0,009$). Не обнаружено ассоциации между ультразвуковыми показателями величины жировой ткани и содержанием в сыворотке крови эстрадиола, пролактина, фолликулостимулирующего и лютеинизирующего гормонов. Выявлена положительная корреляция умеренной силы между содержанием триглицеридов в сыворотке крови и величиной внутрибрюшной ($r=0,609$; $p<0,001$) и перикардиальной висцеральной жировой ткани ($r=0,501$; $p<0,001$), а также площадью нижней части периренальной жировой ткани ($r=0,415$; $p=0,008$).

Заключение. Имеется слабая отрицательная корреляция уровня сывороточного тестостерона и умеренная положительная корреляция содержания триглицеридов в сыворотке крови с величиной висцеральной жировой ткани.

Ключевые слова: эректильная дисфункция, висцеральная жировая ткань, триглицериды, тестостерон.

Abstract.

Objectives. To establish the correlation between the amount of visceral adipose tissue (VAT) of various localization and the level of triglycerides and sex hormones in the blood serum of patients with erectile dysfunction (ED).

Material and method. 47 men with ED aged Me (25; 75) 52.0 (44.0; 55.0) years were examined. All subjects filled in the International Index of Erectile Function (IIEF-5) questionnaire. The criterion for the presence of ED was less than 20 points decrease in the IIEF-5 scale score. Ultrasound examination to measure the value of VAT of various localization

was carried out on a Logiq E9 device (GE Healthcare, USA) with convex 4.0 MHz and linear 10.0 MHz sensors. The intima-media thickness of the carotid arteries was also assessed. The level of serum testosterone, prolactin, estradiol, follicle-stimulating and luteinizing hormones was determined by means of radioimmunoassay.

Results. A moderate negative correlation was established between the content of testosterone in the blood serum and the amount of intra-abdominal visceral adipose tissue ($r=-0.517$; $p<0.001$) and the area of the lower part of the perirenal adipose tissue ($r=-0.417$; $p=0.004$), as well as a weak negative correlation between the level of serum testosterone with the value of epicardial visceral adipose tissue ($r=-0.326$; $p=0.025$) and left intima-media thickness ($r=-0.379$; $p=0.009$). No association was found between ultrasound indicators of the amount of adipose tissue and the content of estradiol, prolactin, follicle-stimulating and luteinizing hormones in the blood serum. A positive correlation of moderate strength was found between the content of triglycerides in the blood serum and the amount of intra-abdominal ($r=0.609$; $p<0.001$) and pericardial visceral adipose tissue ($r=-0.501$; $p<0.001$), as well as the area of the lower part of perirenal adipose tissue ($r=0.415$; $p=0.008$).

Conclusions. There is a weak negative correlation between serum testosterone levels and a moderate positive correlation between serum triglyceride levels and the amount of visceral adipose tissue.

Keywords: *erectile dysfunction, visceral adipose tissue, triglycerides, testosterone.*

Введение

Эректильная дисфункция (ЭД) является важной проблемой здравоохранения, которая может существенно повлиять на психосоциальное благополучие мужчины. ЭД традиционно считалась болезнью пожилых мужчин, однако современные данные свидетельствуют о росте заболеваемости ЭД у мужчин моложе 40 лет. Крупные международные исследования показали, что распространенность ЭД у молодых мужчин достигает 30%. В нескольких исследованиях этиология ЭД была разделена на психогенные и органические причины. Этиологические факторы органической ЭД включают васкулогенные, эндокринологические, нейрогенные, ятрогенные и структурные компоненты [1]. В дополнение к классическим причинам органической ЭД, таким как возраст, сахарный диабет (СД), дислипидемия, артериальная гипертензия (АГ) и симптомы нижних мочевыводящих путей, с развитием ЭД связано несколько распространенных факторов, таких как ожирение, ограничение или отсутствие физических упражнений [2, 3]. Существенные шаги были предприняты в изучении связи между ЭД и сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) [2]. Установлено более выраженное повышение риска ЭД на фоне абдоминального ожирения в сочетании с повышенным уровнем триглицеридов (ТГ) и сниженным содержанием холестерина липопротеинов высокой плотности (хЛПВП).

Тестостерон (Т) играет важную роль в поддержании мужской сексуальной функции. Имеются сообщения ряда исследователей, что свя-

занное с возрастом снижение уровня Т у мужчин усугубляется ожирением, метаболическим синдромом (МС) и СД 2 типа. Взаимосвязь между ожирением и дефицитом андрогенов является областью активных исследований. Частота выявления низкого уровня Т при ожирении может варьировать от 20% до 64% в зависимости от популяции. У пожилых мужчин с ожирением и МС уровень общего циркулирующего сывороточного Т был ниже по сравнению со здоровыми мужчинами той же возрастной группы [4].

Ранее нами было установлено увеличение количества внутрибрюшной, околопочечной и околосердечной висцеральной жировой ткани (ВЖТ) у пациентов с ЭД [3]. В то же время представляется важным оценить взаимосвязь ВЖТ с метаболическими и гормональными нарушениями у мужчин с ЭД.

Цель настоящего исследования – установить корреляцию величины ВЖТ различной локализации с уровнем ТГ и половых гормонов в сыворотке крови пациентов с ЭД.

Материал и методы

Нами обследовано 47 мужчин с ЭД в возрасте Me (25; 75) 52,0 (44,0; 55,0) года. Все пациенты, принявшие участие в исследовании, подписали информированное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом при УЗ «Витебская областная клиническая больница». Все обследованные заполнили опросник «Международный индекс эректильной функции (МИЭФ-5)». Критерием наличия ЭД было снижение показателя шка-

лы МИЭФ-5 менее 20 баллов. Всем пациентам рассчитывали ИМТ и измеряли окружность талии (ОТ).

Ультразвуковое исследование (УЗИ) для измерения величины ВЖТ различной локализации осуществляли на аппарате «Logiq E9» (фирма «GE Healthcare», США) с конвексным 4,0 МГц и линейным 10,0 МГц датчиками с использованием методик, описанных нами ранее [5-7]. Оценивали также толщину интима-медиа сонных артерий.

Определение уровня Т, пролактина, эстрадиола, фолликулостимулирующего (ФСГ) и лютеинизирующего гормонов (ЛГ) осуществлялось в отделении радионуклидной диагностики УЗ «Витебская областная клиническая больница» методом радиоиммунологического анализа с использованием наборов Унитарного предприятия «Хозрасчетное опытное производство Института биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси» на установке для радиоиммунологических исследований «Наркотест» (Россия). Проводилось лабораторное исследование с оценкой уровня глюкозы, общего холестерина, хЛПВП, холестерина липопротеинов низкой плотности (хЛПНП) и ТГ в сыворотке крови.

Статистическая обработка полученных результатов была выполнена на персональном компьютере с применением стандартного паке-

та программ Statistica 10,0 «StatSoft Inc., Okla.», (USA). Для представления числовых значений полученных результатов применялась описательная статистика в виде медианы (Me), 25-й и 75-й квартилей (25; 75). Оценка корреляции (r) осуществлялась по непараметрическому критерию Спирмена. Коррелятивную связь оценивали как очень сильную при значении r, равном 0,90-1,00, как сильную при значении r – 0,70-0,89, умеренную при значении r – 0,40-0,69, слабую при значении r – 0,10-0,39 и незначимую при r – 0,00-0,10.

Результаты

Обследованные нами пациенты имели массу тела 98,0 (86,0; 110,5) кг, ИМТ – 31,3 (28,1; 34,7) кг/м² и ОТ, равную 107,0 (101,0; 118,0) см. Показатели шкалы МИЭФ-5 составили 13,50 (5,00; 18,00). Уровень ТГ сыворотке в крови равнялся 1,54 (1,00; 2,40) ммоль/л, а содержание Т – 4,78 (2,63; 6,69) нг/мл.

Результаты корреляционного анализа величины ВЖТ с содержанием Т и ТГ представлены в таблице.

Установлена умеренная отрицательная корреляция между содержанием Т в сыворотке крови и количеством внутрибрюшной ВЖТ, а также площадью нижней части периренальной жировой

Таблица – Корреляция уровня тестостерона и триглицеридов в сыворотке крови пациентов с эректильной дисфункцией с ультразвуковыми показателями величины жировой ткани

Ультразвуковой показатель	Единицы измерения	Значение показателя Me (25; 75)	Корреляция с уровнем тестостерона		Корреляция с уровнем триглицеридов	
			r ¹	p ¹	r ¹	p ¹
ТВБЖТ-1 (F. Armellini и соавт., 1993)	мм	68,0 (52,0; 94,0)	-0,517	<0,001	0,609	<0,001
ПНОПЖТ справа (W.Gong и соавт., 2007)	см ²	26,9 (21,2; 39,3)	-0,414	0,004	0,423	0,007
ПНОПЖТ слева (W.Gong и др., 2007)	см ²	28,3 (17,7; 32,4)	-0,408	0,005	0,430	0,006
ПНОПЖТ среднее (W.Gong и соавт., 2007)	см ²	27,6 (20,4; 37,0)	-0,417	0,004	0,415	0,008
ТЭЖТ (G. Iacobellis и др., 2003)	мм	3,9 (2,5; 5,7)	-0,326	0,025	0,206	0,201
ТПЖТ (H.J. Willens и др., 2008)	мм	4, 5 (2,5; 7,7)	-0,201	0,175	0,501	<0,001
ТПКЖ (F. Armellini и др., 1993)	мм	16,0 (10,0; 21,0)	0,039	0,795	0,118	0,467
Толщина интима-медиа справа	мм	0,6 (0,5; 0,8)	-0,149	0,323	0,211	0,192
Толщина интима-медиа слева	мм	0,7 (0,5; 0,9)	-0,379	0,009	0,249	0,121

Примечание: n – количество пациентов в группе; p – статистический показатель значимости; ТВБЖТ-1 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани до передней стенки аорты; ПНОПЖТ – площадь нижней части периренальной жировой ткани; ТЭЖТ – толщина эпикардальной жировой ткани; ТПЖТ – толщина перикардальной жировой ткани; ТПКЖ – толщина подкожной жировой ткани, измеренная на 1 см выше пупка.

вой ткани (ЖТ). Имела место слабая отрицательная корреляция уровня Т с величиной эпикардиальной ЖТ и толщиной интима-медиа слева. В то же время отсутствовала статистически значимая зависимость между сывороточным уровнем Т и количеством подкожной ЖТ.

Выявлена положительная корреляция умеренной силы между содержанием ТГ в сыворотке крови и величиной внутрибрюшной и перикардиальной ВЖТ, а также площадью нижней части периренальной ЖТ. Не отмечено соотношения между содержанием ТГ в сыворотке крови и толщиной подкожной ЖТ.

Статистически значимая корреляция между величиной ЖТ и содержанием в сыворотке крови глюкозы, общего холестерина, хЛПВП и хЛПНП отсутствовала.

Ассоциации между ультразвуковыми показателями величины ЖТ и содержанием в сыворотке крови эстрадиола, пролактина, ФСГ и ЛГ не было найдено (рис.), за исключением слабой корреляции между содержанием ФСГ и толщиной интима-медиа слева ($r=0,334$; $p=0,035$).

Обсуждение

Результаты выполненного нами исследования позволили установить взаимосвязь величины ВЖТ со сниженным содержанием Т и увеличением уровня ТГ в сыворотке крови пациентов с ЭД. Такие результаты согласуются с описанием наблюдений, в которых отмечено сочетание ЭД с гипогонадизмом и гипертриглицеридемией. Анализ данных проспективных исследований позволил предположить, что количество ЖТ в организме влияет на уровень половых гормонов. Подтверждение ассоциации между величиной ЖТ в организме и уровнем половых гормонов у мужчин получено при измерении содержания жира в организме с использованием двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии и антропометрических показателей (ИМТ и ОТ). Увеличение количества ЖТ в организме было связано с более низким уровнем циркулирующего Т (общего и свободного) и повышением содержания свободного эстрадиола в крови у мужчин. Ожирение способствует снижению уровня Т в

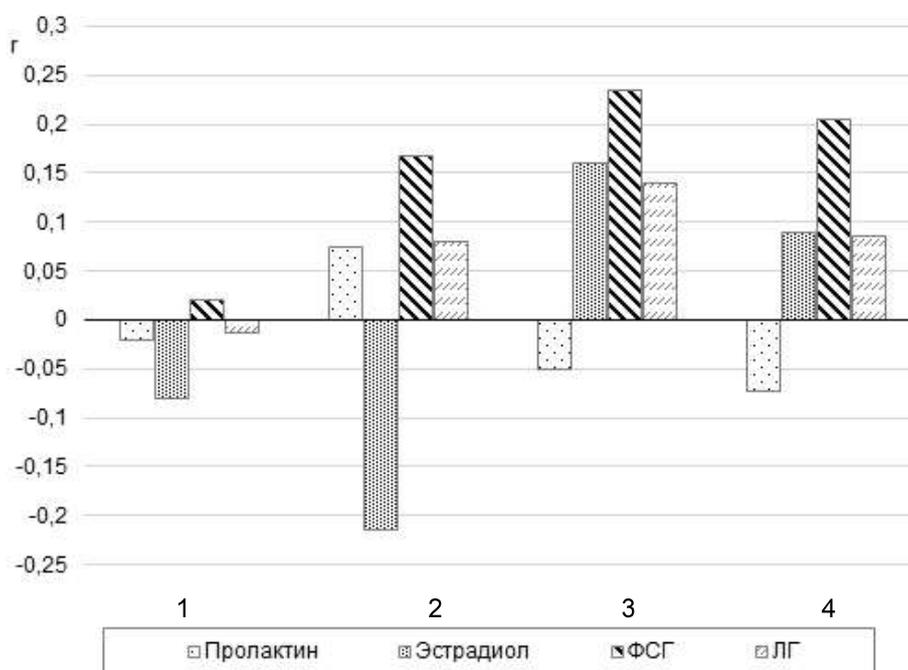


Рисунок – Корреляция сывороточного уровня половых гормонов с ультразвуковыми показателями количества висцеральной жировой ткани у пациентов с эректильной дисфункцией: 1 – толщина внутрибрюшной висцеральной жировой ткани до передней стенки аорты; 2 – площадь нижней части околопочечной жировой ткани; 3 – толщина эпикардиальной жировой ткани; 4 – толщина перикардиальной жировой ткани; ФСГ – фолликулостимулирующий гормон; ЛГ – лютеинизирующий гормон

плазме крови, развитию гипогонадизма и увеличивает риск сосудистой патологии. В свою очередь, эндотелиальная дисфункция и дефицит андрогенов связаны с патофизиологическими механизмами формирования ЭД [8].

Адипоцит функционирует как эндокринная клетка, продуцируя и секретируя адипокины, в числе которых лептин является важным компонентом. Рецепторы лептина присутствуют на клетке Лейдига. При ожирении у мужчин избыток циркулирующего лептина способен ингибировать базальную и индуцированную хорионическим гонадотропином секрецию Т. Этот вывод подтверждается исследованиями, в которых обнаружили отрицательную корреляцию между ожирением, уровнем лептина, с одной стороны, и содержанием Т – с другой [9].

С.У. Hong с соавт. [10] предположили молекулярный механизм, лежащий в основе ингибирования стероидогенеза в яичках провоспалительными цитокинами. Повышенная активность ароматазы в ВЖТ ведет к увеличению уровня циркулирующего эстрадиола, который подавляет продукцию Т по механизму отрицательной обратной связи. Одним из возможных путей угнетения продукции Т может быть образование провоспалительных цитокинов в ЖТ при ожирении. Было продемонстрировано, что фактор некроза опухоли α ингибирует стероидогенез в клетках.

Проведенные ранее исследования свидетельствуют о том, что висцеральное ожирение ассоциировано с провоспалительным состоянием, которое приводит к эндотелиальной дисфункции и нарушению эректильной функции. Эндотелиальная дисфункция у мужчин с избыточной массой тела может способствовать возникновению ЭД из-за снижения кровотока и аномальной агрегации тромбоцитов, а также нарушенной способности к расслаблению сосудистых гладкомышечных клеток, возможно, из-за уменьшения образования оксида азота [4].

Для изучения связи между ЭД, функцией эндотелия и маркерами системного воспаления F. Giugliano с соавт. обследовали 80 мужчин с ожирением, имеющих ЭД и без таковой не отличавшихся по возрасту [11]. При этом у пациентов с ожирением и ЭД было отмечено нарушение эндотелиальной функции и определялись более высокие концентрации циркулирующих провоспалительных цитокинов (интерлейкина 6, 8 и 18), а также С-реактивного белка. Ассоциация между значениями шкалы МИЭФ-5 и показателями дис-

функции эндотелия не исключает возможность общего сосудистого механизма, лежащего в основе ЭД у мужчин с ожирением.

Имеется достаточно доказательств, указывающих на то, что центральное ожирение играет ключевую роль в развитии воспаления и влияет на функцию эндотелия. Инсулинорезистентность, эндотелиальная дисфункция и субклиническое воспаление, связанные с ожирением, могут способствовать более высокому сердечно-сосудистому риску у пациентов с избыточной массой тела [4].

В 50-80% случаев этиология ЭД связана с органическими причинами. Такие факторы риска, как курение, дислипидемия, СД и ожирение, сопряженные с ССЗ, присутствуют в 92% случаев у пациентов с ЭД и считаются ее предикторами. Несмотря на отсутствие общепринятых рекомендаций, эксперты предлагают стратификацию кардиометаболического риска у мужчин с ЭД [12].

Вышеуказанные факторы риска представляют собой потенциальную угрозу эндотелию полового члена и гладкой мускулатуре мышечной ткани, приводящую к функциональным и структурным изменениям. Связь между этими состояниями может заключаться во взаимодействии уровня андрогенов, наличии хронического воспаления и сердечно-сосудистых факторов риска, определяющих развитие эндотелиальной дисфункции и атеросклероза, приводящих к нарушениям пенильного и коронарного кровообращения. Поскольку диаметр артерий полового члена меньше по сравнению с коронарными артериями, пенильные артерии более чувствительны к эндотелиальной дисфункции. По этой причине ЭД может быть индикатором системной эндотелиальной дисфункции. С клинической точки зрения, поскольку ЭД может предшествовать ССЗ, ее можно использовать в качестве раннего маркера для выявления мужчин с более высоким риском развития ССЗ [13].

ССЗ и ЭД – два состояния, которые часто существуют. Более того, они имеют одну и ту же патологическую основу – эндотелиальную дисфункцию. Симптомы ЭД за три-пять лет предшествуют клиническим проявлениям ССЗ [14]. В связи с этим ранняя диагностика ЭД становится еще более важной, поскольку длительная продолжительность ЭД связана с тяжелой эндотелиальной дисфункцией [15]. Это может быть основанием для детального скринингового обследования пациентов с ЭД на предмет ССЗ и проведения вторичной профилактической коррекции сердеч-

но-сосудистых факторов риска. В первую очередь это касается молодых мужчин без СД, но с нарушенной эректильной функцией.

Возможно, тесная связь между ЭД и ССЗ в определенной степени объясняет аналогичное по локализации увеличение количества ЖТ при ЭД, АГ и ИБС [16].

В последнее время значение метаболически здорового ожирения (МЗО) как фактора риска ССЗ вызывает все больший интерес. Продолжные исследования показали, что МЗО вызывает повреждение сосудов, что соответствует нарушению кровотока в половом члене, обнаруженному у пациентов с ЭД. Полученные в настоящее время данные свидетельствуют о том, что МЗО не представляет собой доброкачественное состояние и меры по улучшению образа жизни являются обязательными [17].

Связь между ЭД и гипертриглицеридемией все еще остается дискуссионной. Предыдущие исследования, оценивающие взаимосвязь между ЭД и уровнем ТГ, продемонстрировали противоречивые результаты. S.C. Kim [18.] не наблюдал никакой связи между ТГ и ЭД в когорте 943 пациентов с ЭД. Напротив, T.Y. Ahn с соавт. [19] при обследовании 1570 корейских мужчин в возрасте от 40 до 79 лет зафиксировали более высокие уровни ТГ у субъектов с ЭД. Уровни Т или сульфата дегидроэпиандростерона в сыворотке крови между группами пациентов с ЭД и без ЭД также значительно различались. В популяционном опросе 612 мужчин старше 40 лет в Южной Австралии было показано, что уровни ТГ являются независимыми предикторами ЭД. M.M. Fung и соавт. [20], анализируя данные 570 участников проспективного исследования Rancho Bernardo, сообщили, что после 25-летнего наблюдения как высокий уровень ТГ, так и дислипидемия могут предсказать начало ЭД. Такие показатели, как возраст, ИМТ, уровень холестерина и ТГ были значимо связаны с повышенным риском ЭД. Пока окончательно не установлено, является ли гипертриглицеридемия при ЭД лишь биомаркером повышенного риска ССЗ или представляет собой фактор, активно воздействующий на прогрессирование заболевания. Тем не менее, измерение уровня ТГ является обоснованным для всех пациентов с ЭД, поскольку это может помочь выделить субъектов, которые заслуживают более интенсивной терапии и последующего наблюдения [21].

Повышенный индекс триглицериды-глюкоза (уровень ТГ натощак (мг/дл) \times уровень глюкозы

натощак (мг/дл)/2) был связан с увеличением распространенности ЭД в группе 50-летних мужчин (отношение шансов =1,35, 95% доверительный интервал: 1,05, 1,74). В репрезентативном поперечном исследовании установлено, что высокие уровни индекса триглицериды-глюкоза были связаны с более высокой распространенностью ЭД среди взрослых мужчин в США [22]. Предполагается, что индекс триглицериды-глюкоза может быть полезен при диагностике ЭД и наблюдении за пациентами с ЭД.

В исследование, которое было проведено В.R. Heruti с соавт. [23], было включено 88 мужчин в возрасте $35,9 \pm 7,1$ года (диапазон: 25-51 год), в том числе 21 мужчина с «чистой» тяжелой гипертриглицеридемией (уровень ТГ ≥ 500 мг/дл и уровень холестерина не-ЛПВП ≤ 189 мг/дл), 34 мужчины с «чистой» тяжелой гиперлипидемией (уровень х-ЛПВП ≥ 190 мг/дл и ТГ ≤ 199 мг/дл) и 33 мужчины с нормальным уровнем холестерина. Между указанными группами отсутствовали значимые отличия по возрасту и тяжести ЭД. Распространенность ЭД была выше среди мужчин с «чистой» тяжелой гипертриглицеридемией, чем у субъектов с «чистой» тяжелой гиперлипидемией (42,9% против 29,4%) и мужчин с нормальным уровнем холестерина (42,9% против 24,2%). Авторы пришли к выводу, что гипертриглицеридемия может быть независимым фактором риска ЭД.

Аналогичные результаты получены G. Cogona с соавт. [21] на основании ретроспективного исследования с участием 3990 мужчин, обратившихся по поводу ЭД, и проспективного исследования, в которое было включено 1687 человек. Среди обследованных пациентов после поправки на факторы, искажающие результаты, более высокие уровни ТГ были связаны с артериогенной ЭД и более высоким риском клинического и биохимического гипогонадизма. Была подтверждена отрицательная связь между нарушением кровотока в половом члене и более высокими уровнями ТГ, даже когда из анализа были исключены субъекты, принимающие гиполлипидемические препараты, или лица с СД. В проспективном исследовании было продемонстрировано, что повышенные уровни ТГ были независимо связаны с более высокой частотой возникновения неблагоприятных сердечно-сосудистых событий (относительный риск составил 2,469 [1,019; 5,981]; $p=0,045$) по сравнению с остальной частью выборки. Также была установлена связь повышенного уровня ТГ с нарушением кровотока в половом члене.

В проспективном перекрестном исследовании с участием 276 мужчин с различной степенью тяжести ЭД установлено, что уровень ТГ в сыворотке был увеличен, а хЛПВП существенно снижен у пациентов с ЭД ($p=0,001$). Содержание Т также было снижено у участников с ЭД ($p=0,022$) [15].

Принимая во внимание, что ЭД является клиническим состоянием, характеризующимся повреждением мелких сосудов и повышенным сердечно-сосудистым риском, можно полагать, что гипертриглицеридемия может принимать участие в связанных с ЭД изменениях сосудов полового члена. Предполагается, что повышенное содержание ТГ в сыворотке крови может способствовать эндотелиальной дисфункции путем снижения производства NO и вызывать NO-опосредованную ЭД [21].

Известно, что в первую очередь холестерин, а не ТГ является патогенетическим признаком атеросклероза. Он накапливается как внутриклеточно в пенистых клетках, так и внеклеточно в бляшках. В то же время липолиз богатых ТГ липопротеинов приводит к образованию жирных кислот, лизолецитина и других реактивных липидов. Исследования *in vitro* показали участие этих липидов в воспалении, экспрессии молекул адгезии и стимулировании коагуляции. Кроме того, исследования *ex vivo* показали, что липолиз липопротеинов приводит к увеличению проницаемости кровеносных сосудов и может способствовать их большей инфильтрации липопротеинами низкой плотности [24].

Возможно, гипогонадизм и гипертриглицеридемия связаны патогенетически. Данные рандомизированных клинических испытаний и обсервационных исследований показали, что назначение тестостерона приводило к значительному снижению уровней ТГ [21]. Результаты выполненного мета-анализа 59 исследований, в которых приняли участие 3029 пациентов, получавших лечение тестостероном, и 2049 мужчин контрольной группы продемонстрировали существенное влияние применения тестостерона на содержание ЖТ и величину мышечной массы. Кроме того, лечение тестостероном приводило к снижению уровней общего холестерина и ТГ [25].

Изменения образа жизни могут снизить риск сексуальной дисфункции. Отмечен положительный эффект уменьшения калоража пищевых продуктов, отказа от алкогольных напитков и

ограничения продуктов, содержащих фруктозу. Кроме того, регулярная физическая активность также способствует устранению такого фактора риска ЭД, как гипертриглицеридемия [21].

Заключение

1. Установлена умеренная отрицательная корреляция содержания тестостерона в сыворотке крови с количеством внутрибрюшной висцеральной жировой ткани ($r=-0,517$; $p<0,001$) и площадью нижней части периренальной жировой ткани ($r=-0,417$; $p=0,004$), а также слабая отрицательная корреляция уровня сывороточного тестостерона с величиной эпикардальной висцеральной жировой ткани ($r=-0,326$; $p=0,025$) и толщиной интима-медиа слева ($r=-0,379$; $p=0,009$).

2. Выявлена положительная корреляция умеренной силы между содержанием триглицеридов в сыворотке крови и величиной внутрибрюшной ($r=0,609$; $p<0,001$) и перикардальной висцеральной жировой ткани ($r=-0,501$; $p<0,001$), а также площадью нижней части периренальной жировой ткани ($r=0,415$; $p=0,008$).

Литература

1. Nguyen, H. M. T. Erectile Dysfunction in Young Men-A Review of the Prevalence and Risk Factors / H. M. T. Nguyen, A. T. Gabrielson, W. J. G. Hellstrom // *Sex. Med. Rev.* 2017 Oct. Vol. 5, N 4. P. 508–520. doi: 10.1016/j.sxmr.2017.05.004
2. Shamloul, R. Erectile dysfunction / R. Shamloul, H. Ghanem // *Lancet.* 2013 Jan. Vol. 381, N 9861. P. 153–165. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60520-0
3. Бондаренко, В. М. Патогенетические аспекты эректильной дисфункции / В. М. Бондаренко, Н. И. Доста, А. А. Жебентяев // *Новости хирургии.* 2015. Т. 23, № 2. С. 217–225.
4. Esposito, K. Obesity, the metabolic syndrome, and sexual dysfunction in men / K. Esposito, D. Giugliano // *Clin. Pharmacol. Ther.* 2011 Jul. Vol. 90, N 1. P. 169–173. doi: 10.1038/clpt.2011.91
5. Оценка результатов измерения количества висцеральной жировой ткани при ультразвуковом исследовании и компьютерной томографии / С. И. Пиманов [и др.] // *Ультразвуковая и функционал. диагностика.* 2016. № 4. С. 59–72.
6. Корреляция содержания висцеральной жировой ткани по данным компьютерной томографии с антропометрическими показателями и результатами ультразвукового исследования / В. М. Бондаренко [и др.] // *Вестн. ВГМУ.* 2013. Т. 12, № 1. С. 31–37.
7. Пиманов, С. И. Выбор оптимальной ультразвуковой методики измерения количества висцеральной жировой ткани / С. И. Пиманов, В. М. Бондаренко, Е. В. Макаренко // *Проблемы здоровья и экологии.* 2019. Т. 62, № 4. С. 105–113. doi: 10.51523/2708-6011.2019-16-4-21
8. Relationship of sex steroid hormones with body size and

- with body composition measured by dual-energy X-ray absorptiometry in US men / B. Trabert [et al.] // *Cancer Causes Control*. 2012 Dec. Vol. 23, N 12. P. 1881–1891. doi: 10.1007/s10552-012-0024-9
9. Sexual dysfunction, cardiovascular risk and effects of pharmacotherapy / K. P. Imprialos [et al.] // *Curr. Vasc. Pharmacol.* 2018 Jan. Vol. 26, N 2. P. 130–142. doi: 10.2174/157016115666170609101502
 10. Molecular mechanism of suppression of testicular steroidogenesis by proinflammatory cytokine tumor necrosis factor alpha / C. Y. Hong [et al.] // *Mol. Cell. Biol.* 2004 Apr. Vol. 24, N 7. P. 2593–2604. doi: 10.1128/MCB.24.7.2593-2604.2004
 11. Erectile dysfunction associates with endothelial dysfunction and raised proinflammatory cytokine levels in obese men / F. Giugliano [et al.] // *J. Endocrinol. Invest.* 2004 Jul-Aug. Vol. 27, N 7. P. 665–669. doi: 10.1007/BF03347500
 12. Sanchez, E. Erectiledysfunction, metabolic syndrome, and cardiovascular risks: facts and controversies / E. Sanchez, A. W. Pastuszak, M. Khera // *Transl. Androl. Urol.* 2017. Vol. 6, N 1. P. 28–36. doi: 10.21037/tau.2016.10.01
 13. A systematic review of the association between erectile dysfunction and cardiovascular disease / G. Gandaglia [et al.] // *Eur. Urol.* 2014 May. Vol. 65, N 5. P. 968–978. doi: 10.1016/j.eururo.2013.08.023
 14. The erectile dysfunction as a marker of cardiovascular disease: a review / C. C. Diaconu [et al.] // *Acta Cardiol.* 2020 Aug. Vol. 75, N 4. P. 286–292. doi: 10.1080/00015385.2019.1590498
 15. Can High Visceral Adiposity Index Be a Risk Factor for Sexual Dysfunction in Sexually Active Men? / M. S. Bolat [et al.] // *J. Sex. Med.* 2020 Oct. Vol. 17, N 10. P. 1926–1933. doi: 10.1016/j.jsxm.2020.06.014
 16. Бондаренко, В. М. Ультразвуковая диагностика локальных жировых депо у пациентов с артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца / В. М. Бондаренко, С. И. Пиманов, Е. В. Макаренко // *Вестн. ВГМУ*. 2019. Т. 18, № 5. С. 84–98. doi: 10.22263/2312-4156.2019.5.84
 17. Metabolically healthy and unhealthy obesity in erectile dysfunction and male infertility / G. Rastrelli [et al.] // *Expert. Rev. Endocrinol. Metab.* 2019. Vol. 14, N 5. P. 321–334. doi: 10.1080/17446651.2019.1657827
 18. Kim, S. C. Hyperlipidemia and erectile dysfunction / S. C. Kim // *Asian. J. Androl.* 2000 Sep. Vol. 2, N 3. P. 161–166.
 19. Prevalence and risk factors for erectile dysfunction in Korean men: results of an epidemiological study / T. Y. Ahn [et al.] // *J. Sex. Med.* 2007 Sep. Vol. 4, N 5. P. 1269–1276. doi: 10.1111/j.1743-6109.2007.00554.x
 20. Fung, M. M. Heart disease risk factors predict erectile dysfunction 25 years later: the Rancho Bernardo Study / M. M. Fung, R. Bettencourt, E. Barrett-Connor // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004 Apr. Vol. 43, N 8. P. 1405–1411. doi: 10.1016/j.jacc.2003.11.041
 21. High Triglycerides Predicts Arteriogenic Erectile Dysfunction and Major Adverse Cardiovascular Events in Subjects With Sexual Dysfunction / G. Corona [et al.] // *J. Sex. Med.* 2016 Sep. Vol. 13, N 9. P. 1347–1358. doi: 10.1016/j.jsxm.2016.07.004
 22. A higher TyG index is related with a higher prevalence of erectile dysfunction in males between the ages 20-70 in the United States, according to a cross-sectional research / L. Li [et al.] // *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. 2022 Sep. Vol. 13. Art. 988257. doi: 10.3389/fendo.2022.988257
 23. Pure hyper triglyceridemia might be associated with erectile dysfunction: a pilot study / R. Heruti [et al.] // *J. Sex. Med.* 2008 May. Vol. 5, N 5. P. 1230–1236. doi: 10.1111/j.1743-6109.2007.00766.x
 24. Evaluation and treatment of hypertriglyceridemia: an Endocrine Society clinical practice guideline / L. Berglund [et al.] // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2012 Sep. Vol. 97, N 9. P. 2969–2989. doi: 10.1210/jc.2011-3213
 25. Therapy of endocrine disease: Testosterone supplementation and body composition: results from a meta-analysis study / G. Corona [et al.] // *Eur. J. Endocrinol.* 2016 Mar. Vol. 174, N 3. P. R99–R116. doi: 10.1530/EJE-15-0262

Поступила 21.12.2023 г.

Принята в печать 26.02.2024 г.

References

1. Nguyen HMT, Gabrielson AT, Hellstrom WJG. Erectile Dysfunction in Young Men—A Review of the Prevalence and Risk Factors. *Sex Med Rev.* 2017 Oct;5(4):508-20. doi: 10.1016/j.sxmr.2017.05.004
2. Shamloul R, Ghanem H. Erectile dysfunction. *Lancet.* 2013 Jan;381(9861):153-65. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60520-0
3. Bondarenko VM, Dosta NI, Zhebentyaev AA. Pathogenetic aspects of erectile dysfunction. *Novosti Khirurgii.* 2015;23(2):217-25. (In Russ.)
4. Esposito K, Giugliano D. Obesity, the metabolic syndrome, and sexual dysfunction in men. *Clin Pharmacol Ther.* 2011 Jul;90(1):169-73. doi: 10.1038/clpt.2011.91
5. Pimanov SI, Bondarenko VM, Marchuk VP, Mikhaylova NA, Sapego AL, Makarenko EV. Evaluation of visceral adipose tissue measurement in ultrasonography and computed tomography. *Ul'trazvukovaya Funktsional Diagnostika.* 2016;(4):59-72. (In Russ.)
6. Bondarenko VM, Marchuk VP, Pimanov SI, Mikhaylova NA, Makarenko EV. Correlation of visceral adipose tissue content according to computed tomography with anthropometric indices and ultrasound findings. *Vestn VGMU.* 2013;12(1):31-7. (In Russ.)
7. Pimanov SI, Bondarenko VM, Makarenko EV. Selection of the optimal ultrasound technique for measuring the amount of visceral adipose tissue. *Problemy Zdorov'ya Ekologii.* 2019;62(4):105-13. (In Russ.). doi: 10.51523/2708-6011.2019-16-4-21
8. Trabert B, Graubard BI, Nyante SJ, Rifai N, Bradwin G, Platz EA, et al. Relationship of sex steroid hormones with body size and with body composition measured by dual-energy X-ray absorptiometry in US men. *Cancer Causes Control.* 2012 Dec;23(12):1881-91. doi: 10.1007/s10552-012-0024-9
9. Imprialos KP, Stavropoulos K, Doulas M, Tziomalos K, Karagiannis A, Athyros VG. Sexual dysfunction, cardiovascular risk and effects of pharmacotherapy. *Curr Vasc Pharmacol.* 2018 Jan;16(2):130-42. doi: 10.2174/157016115666170609101502
10. Hong CY, Park JH, Ahn RS, Im SY, Choi HS, Soh J, et

- al. Molecular mechanism of suppression of testicular steroidogenesis by proinflammatory cytokine tumor necrosis factor alpha. *Mol Cell Biol.* 2004 Apr;24(7):2593-604. doi: 10.1128/MCB.24.7.2593-2604.2004
11. Giugliano F, Esposito K, Di Palo C, Ciotola M, Giugliano G, Marfella R, et al. Erectile dysfunction associates with endothelial dysfunction and raised proinflammatory cytokine levels in obese men. *J Endocrinol Invest.* 2004 Jul-Aug;27(7):665-9. doi: 10.1007/BF03347500
 12. Sanchez E, Pastuszak AW, Khera M. Erectiledysfunction, metabolicsyndrome, andcardiovascularrisks: factsandcontroversies. *Transl Androl Urol.* 2017 Feb;6(1):28-36. doi: 10.21037/tau.2016.10.01
 13. Gandaglia G, Briganti A, Jackson G, Kloner RA, Montorsi F, Montorsi P, et al. A systematic review of the association between erectile dysfunction and cardiovascular disease. *Eur Urol.* 2014 May;65(5):968-78. doi: 10.1016/j.eururo.2013.08.023
 14. Diaconu CC, Manea M, Marcu DR, Socea B, Spinu AD, Bratu OG. The erectile dysfunction as a marker of cardiovascular disease: a review. *Acta Cardiol.* 2020 Aug;75(4):286-92. doi: 10.1080/00015385.2019.1590498
 15. Bolat MS, Kocamanoglu F, Ozbek ML, Buyukalpelli R, Asci R. Can High Visceral Adiposity Index Be a Risk Factor for Sexual Dysfunction in Sexually Active Men? *J Sex Med.* 2020 Oct;17(10):1926-33. doi: 10.1016/j.jsxm.2020.06.014
 16. Bondarenko VM, Pimanov SI, Makarenko EV. Ultrasound diagnosis of local fat depots in patients with arterial hypertension and ischemic heart disease. *Vestn VGMU.* 2019;18(5):84-98. (In Russ.). doi: 10.22263/2312-4156.2019.5.84
 17. Rastrelli G, Lotti F, Reisman Y, Sforza A, Maggi M, Corona G. Metabolically healthy and unhealthy obesity in erectile dysfunction and male infertility. *Expert Rev Endocrinol Metab.* 2019;14(5):321-34. doi: 10.1080/17446651.2019.1657827
 18. Kim SC. Hyperlipidemia and erectile dysfunction. *Asian J Androl.* 2000 Sep;2(3):161-6.
 19. Ahn TY, Park JK, Lee SW, Hong JH, Park NC, Kim JJ, et al. Prevalence and risk factors for erectile dysfunction in Korean men: results of an epidemiological study. *J Sex Med.* 2007 Sep;4(5):1269-76. doi: 10.1111/j.1743-6109.2007.00554.x
 20. Fung MM, Bettencourt R, Barrett-Connor E. Heart disease risk factors predict erectile dysfunction 25 years later: the Rancho Bernardo Study. *J Am Coll Cardiol.* 2004 Apr;43(8):1405-11. doi: 10.1016/j.jacc.2003.11.041
 21. Corona G, Cipriani S, Rastrelli G, Sforza A, Mannucci E, Maggi M. High Triglycerides Predicts Arteriogenic Erectile Dysfunction and Major Adverse Cardiovascular Events in Subjects With Sexual Dysfunction. *J Sex Med.* 2016 Sep;13(9):1347-58. doi: 10.1016/j.jsxm.2016.07.004
 22. Li L, Yao H, Dai W, Chen Y, Liu H, Ding W, et al. A higher TyG index is related with a higher prevalence of erectile dysfunction in males between the ages 20-70 in the United States, according to a cross-sectional research. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2022 Sep;13:988257. doi: 10.3389/fendo.2022.988257
 23. Heruti R, Arbel Y, Steinvil A, Zarka S, Saar N, Kinori M, et al. Pure hyper triglyceridemia might be associated with erectile dysfunction: a pilot study. *J Sex Med.* 2008 May;5(5):1230-6. doi: 10.1111/j.1743-6109.2007.00766.x
 24. Berglund L, Brunzell JD, Goldberg AC, Goldberg IJ, Sacks F, Murad MH, et al. Evaluation and treatment of hypertriglyceridemia: an Endocrine Society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012 Sep;97(9):2969-89. doi: 10.1210/jc.2011-3213
 25. Corona G, Giagulli VA, Maseroli E, Vignozzi L, Aversa A, Zitzmann M, et al. Therapy of endocrine disease: Testosterone supplementation and body composition: results from a meta-analysis study. *Eur J Endocrinol.* 2016 Mar;174(3):R99-116. doi: 10.1530/EJE-15-0262

Submitted 21.12.2023

Accepted 26.02.2024

Сведения об авторах:

В.М. Бондаренко – к.м.н., доцент кафедры госпитальной хирургии с курсом ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет,

e-mail: bondarenko_v@tut.by – Бондаренко Владимир Михайлович;

С.И. Пиманов – д.м.н., профессор, зав. кафедрой внутренних болезней и ультразвуковой диагностики ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет;

Е.В. Макаренко – д.м.н., профессор кафедры внутренних болезней и ультразвуковой диагностики ФПК и ПК, Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет.

Information about authors:

V.M. Bondarenko – Candidate of Medical Sciences, associate professor of the Chair of Hospital Surgery with the course of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University,

e-mail: bondarenko_v@tut.by – Vladimir M. Bondarenko;

S.I. Pimanov – Doctor of Medical Sciences, professor, head of the Chair of Internal Diseases & Ultrasound Diagnostics of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University;

E.V. Makarenko – Doctor of Medical Sciences, professor of the Chair of Internal Diseases & Ultrasound Diagnostics of the Faculty for Advanced Training & Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University.