

// Биомедицина. 2010. № 5. С. 33-49.

9. Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Деньгина С.Е., Станкова Н.В. Разработка методики оценки физической выносливости лабораторных животных для изучения адаптогенной активности некоторых лекарственных препаратов // Биомедицина. 2011. № 1. С. 72-74.

10. Капанадзе Г.Д. Использование миниатюрных свиней в биомеди-

цинских экспериментах // Биомедицина. 2006. № 2. С. 40-52.

11. Панов А.Е., Ревякин А.О., Капанадзе Г.Д. Доклинические исследования фармпрепаратов на крупных лабораторных животных (мини-свины) // Биомедицина. 2006. № 5. С. 84-88.

12. Каркищенко Н.Н. Лекарственная профилактика. М.: Воентехлит. 2001. 751 с.

Experimental assessment of adaptogenic activity of new medicines and substances with use of large laboratory animals

N.N. Karkishchenko, G.D. Kapanadze, N.V. Stankova, A.O. Revyakin, E.L. Matveyenko, R.G. Kostogryzova, S.L. Lyublinskiy, I.Yu. Kolyshev, I.A. Berzin

This paper shows that long-term (21 days) use of peptides of animal origin on large laboratory animals increases their endurance. Peptides does not affect the physiological parameters of animals and blood picture.

Key words: endurance, peptides, mini-pig, experiment.



Влияние рецептуры «МيوАктив-Спорт» на биохимические и гематологические показатели лабораторных крыс

А.О. Ревякин¹, О.В. Алимкина¹, Н.Н. Каркищенко¹, В.Н. Каркищенко¹, Г.Д. Капанадзе¹, А.Г. Киселев¹, Л.Х. Казакова¹, О.И. Степанова¹, Н.В. Касинская¹, С.Е. Деньгина¹, С.Л. Люблинский¹, И.Ю. Колышев², И.А. Берзин³

¹ – ФГБУ «Научный центр биомедицинских технологий» РАМН, Московская область

² – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России

³ – Федеральное медико-биологическое агентство России

Контактная информация: д.м.н., проф. Каркищенко Владислав Николаевич, scbmt@yandex.ru

Оценивалось влияние рецептуры «МيوАктив-Спорт» на биохимические показатели и морфологический состав крови лабораторных крыс. Показано, что данная рецептура не вызывает патологических изменений исследованных показателей.

Ключевые слова: МيوАктив-Спорт, крысы, физические нагрузки, биобезопасность, биохимические и гематологические показатели, морфология крови.

Разработка биологически активных препаратов из натурального сырья является актуальной в первую очередь благодаря тому, что, в отличие от целого ряда синтетических и гормональных лекарственных препаратов, они не оказывают влияния на организм на генетическом уровне, не вызывают активных аллергических реакций, их применение не приводит к накоплению в организме большого количества вредных чужеродных соединений [1].

«МيوАктив-Спорт» – это специально разработанный комплексный высокобелковый полностью растворимый продукт,

предназначенный для профессиональных спортсменов и олимпийского резерва, а также для спецконтингента, подверженного повышенным физическим и психоэмоциональным нагрузкам. Он представляет собой концентрированный комплекс основных жизненно необходимых пищевых и биологически активных веществ, улучшающих способность человека переносить физические и психоэмоциональные нагрузки. В результате научных исследований и испытаний разработчики «МيوАктив-Спорт» полностью отказались от использования химически синтезируемых аминокислот и витаминов,

создав продукт, основные компоненты которого имеют натуральное природное происхождение. Белковые, полипептидные и аминокислотные компоненты имеют животное происхождение и получают путем ферментации и гидролиза белков сыворотки молока, мяса крупного рогатого скота и птицы. За счет современных технологий производства аминокислотный, витаминный, макро- и микроэлементный состав «МيوАктив-Спорт» оптимизирован с учетом метаболизма человека, подверженного высоким физическим нагрузкам. Рациональное распределение компонентов «МيوАктив-Спорт» обеспечивается за счет современных методов аналитического контроля готового сырья.

Целью настоящей работы была оценка влияния рецептуры «МيوАктив-Спорт» на показатели крови лабораторных животных (крыс).

Материалы и методы

Животные и их содержание

Эксперименты выполнялись на лабораторных белых аутбредных крысах. Лабораторные животные поступили из филиала ФГБУ «НЦБМТ» РАМН «Андреевка», пос. Андреевка Московской обл. Крысы средней начальной массой 245,2±3,9 г.

Карантин

Длительность карантина (акклиматизационного периода) для всех животных составляла 14 дней. В течение карантина проводили ежедневный осмотр каждого животного (поведение и общее состояние), дважды в день животных наблюдали в клетках (заболеваемость и смертность). Перед началом исследования животные, отвечающие критериям включения в эксперимент, были распределены на группы с помощью метода рандомизации.

Животные, не соответствующие критериям, были исключены из исследования в течение карантина.

Содержание животных

Работа выполнялась в соответствии с ГОСТ РВ 15.105-2001, по стандартным операционным процедурам лабораторий и согласно Правилам лабораторной практики в Российской Федерации (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 267 от 19.06.2003 г.), а также национальному стандарту Российской Федерации «Принципы надлежащей лабораторной практики» ГОСТ Р 53434 - 2009 [10, 11]. Животных содержали в соответствии с требованиями ГОСТ Р от 02.12.2009 53434-2009 «Принципы надлежащей лабораторной практики (GLP)». Животные содержались в вентилируемых клетках RairIsoSystem, группами, по 3 особи в клетке. В качестве подстилки использовали стерильные древесные опилки из хвойных пород деревьев. В качестве корма – стандартный комбикорм гранулированный полнорацонный для лабораторных животных (экструдированный) ПК-120 ГОСТ Р 51849-2001 Р.5. Кормление животных осуществлялось по нормативам в соответствии с видом животных. Водопроводная очищенная вода всем животным давалась *ad libitum* в стандартных поилках. Животные содержались в контролируемых условиях окружающей среды: температура воздуха 20-24°C и относительная влажность 60-70% [8]. Освещение в помещениях – естественно-искусственное. В комнатах содержания животных поддерживался 12-часовой цикл освещения.

Ежедневный осмотр

В течение исследования каждое животное осматривалось ежедневно. Осмотр включал в себя визуальную оценку поведения и общего состояния животных.

Исследуемая рецептура

Рецептура «МيوАктив-Спорт» является высокобелковым растворимым составом, созданным на основе отечественных субстанций. Предназначена для питания лиц, испытывающих повышенные физические и психоэмоциональные нагрузки, обеспечивая потребности в основных макро- и микронутриентах. Содержит ряд компонентов, корректирующих метаболические нарушения и повышающих устойчивость тканей к гипоксии. Снижает содержание уровня лактата в организме, что увеличивает работоспособность спортсменов и ускоряет восстановление мышц после физических нагрузок. Оказывает

стресс-лимитирующее и адаптогенное воздействие.

Особенно следует подчеркнуть важность использования в составе продукта «МيوАктив-Спорт» легкоусвояемых полноценных белков и полипептидов животного происхождения, среднецепочечных триглицеридов, лецитина, минералоорганических форм макро- и микроэлементов: гемового железа из гемоглобина, органического йода в виде йодированных молочных сывороточных белков, био-генного кальция, полученного из яичной скорлупы, нерастворимых и растворимых пищевых волокон и т.д. Эти субстанции (табл. 1) производятся по оригинальным и запатентованным технологиям.

Таблица 1

Перечень основных компонентов, входящих в состав «МيوАктив-Спорт»

№ п/п	Субстанция	Область применения	Действующее начало	Биологическая ценность
1	«Гемобин» – гемоглобин с/х животных	Профилактика железодефицитных состояний	0,25 % гемового железа (Fe2+)	Усвоение Fe2+ более 80%. Отсутствие побочных эффектов
2	«Протемикс» – белки молочной сыворотки	Обогащение рациона полноценными животными белками, улучшение функциональных свойств	Концентрат (70%) белков молочной сыворотки	Аминокислотный скор более 100%
3	«Плазмин» – белки плазмы крови	Обогащение рациона полноценными животными белками, улучшение функциональных свойств	Концентрат (90%) белков плазмы крови (менее 10 кДа)	Источник незаменимых аминокислот
4	Концентрат белка пищевого птичьего	Обогащение рациона полноценными белками; коррекция белкового обмена	Концентрат (90%) гидролизованного животного белка (менее 10 кДа)	Источник незаменимых аминокислот
5	«Биойод» – йодированные молочные белки	Профилактика йоддефицитных состояний	2,5 % йода, ковалентно связанного с тирозином молочных белков	Усвоение около 100%. Отсутствие побочных эффектов
6	«Кальциевый обогатитель»	Обогащение рациона биологически доступным кальцием	37-40% био-генного кальция	Усвоение более 80%
8	Пищевые волокна растворимые (инулин)	Профилактика и лечение дисбактериозов, заболеваний ЖКТ, улучшение обмена веществ	99% растворимых пищевых волокон	Нормализация пищеварения
9	Пищевые волокна нерастворимые	Профилактика и лечение дисбактериозов, заболеваний ЖКТ	99% нерастворимых пищевых волокон	Нормализация пищеварения

В качестве основных белковых компонентов «МيوАктив-Спорт» используются белки сыворотки молока, гидролизаты молочных белков и куриного мяса, гемоглобин и белки плазмы крови, которые имеют высокую пищевую и биологическую ценность и обладают следующими важными преимуществами:

1. Белковые продукты производятся с помощью биотехнологических приемов, позволяющих получить полностью растворимый и легкоусвояемый пищевой белок.

2. Применяемые белки имеют полноценный аминокислотный состав. Количество незаменимых аминокислот в этих белках превышает рекомендуемый ФАО/ВОЗ «идеальный» для человека аминокислотный скор. Это дает возможность с их помощью корректировать рацион по

животному белку и незаменимым аминокислотам.

3. В используемых белках содержится большое количество (более 40% от незаменимых) разветвленных мышцеобразующих аминокислот — изолейцина, лейцина и валина — необходимых для формирования мышечной ткани.

4. Биологическая ценность этих белков значительно превышает аминокислотный скор идеального белка, принятого ФАО/ВОЗ, что позволяет легко обеспечить положительный белковый баланс в организме спортсмена даже при недостаточном потреблении белоксодержащих продуктов (мясо, молоко, рыба и т.д.) или в случае отсутствия у спортсмена пищевой аллергии на эти продукты питания.

Таблица 2

Сравнительное содержание незаменимых аминокислот в «МيوАктив-Спорт» и его компонентах, эталонном белке ФАО/ВОЗ и других белковых продуктах (г/100 г белка)

Пищевые продукты	Белок, %	Иле	Лей	Вал	Мет + Цис	Фен + Тир	Три	Тре	Лиз	Итого
Эталонный белок ФАО/ВОЗ	100	4,0	7,0	5,0	3,5	6,0	1,0	4,0	5,5	36,0
Женское молоко	1,5	4,6	10,6	8,2	5,2	8,1	2,3	5,8	11	57,6
Молоко коровье цельное	3,5	5,5	9,6	6,6	5,7	8,4	1,4	4,3	7,8	49,3
Мука пшеничная 1 с.	10,6	5,0	7,7	4,8	3,8	8,6	1,1	3,0	2,5	36,5
Белки сои	34,9	4,7	7,8	4,9	3,0	9,1	1,5	4,2	6,3	41,5
Белки сыворотки молока	70	6,4	13,0	5,3	6,0	8,2	2,0	5,6	11,4	56,1
Концентрат белка пищевого птичьего	90	4,1	7,2	6,0	3,3	6,6	0,8	4,8	8,7	42,0
Белки плазмы крови	90	0,9	13,2	8,7	2,6	10,7	1,4	4,8	9,7	52,0
Гемоглобин крови	90	0,5	11,4	8,4	2,3	9,2	1,7	4,6	9,6	47,7
«МيوАктив-Спорт»	29,8	4,9	11,8	5,9	4,9	8,0	1,7	5,2	10,4	52,2

Способ и частота введения

Потребление вместе с кормом, в течение 21 дня.

Исследуемые показатели

Биохимические показатели крови

Была исследована сыворотка крови крыс, принимавших данную рецептуру и участвовавших в тесте вынужденного плавания. Отбор крови проводился на следующий день после последнего теста.

Биохимические показатели крови определяли на биохимическом анализаторе «ChemWell+» (США) с использованием реагентов фирмы «Витал» (Россия) в сыворотке крови без следов гемолиза. Образцы крови центрифугировали 6 мин при скорости 4000 об/мин и температуре 6°С для получения сыворотки. Оценивали следующие показатели:

1. Аминотрансферазы (АЛТ и АСТ).
2. Щелочная фосфатаза.
3. Триглицериды.
4. Глюкоза.
5. Лактат.
6. Мочевина.

В настоящее время для диагностики состояния печени наиболее широко используется определение каталитической активности аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартатаминотрансферазы (АСТ) [2, 5, 7]. Активность аминотрансфераз сыворотки крови является чувствительным индикатором повреждения клеток печени, вызванного лекарственными препаратами и гепатотоксичными веществами [4].

Щелочная фосфатаза используется для диагностики заболеваний печени, желчевыводящих путей, желудочно-кишечного тракта, почек и костной ткани, так как ее основная функция — это обмен фосфора в организме.

Глюкоза — основной показатель угле-

водного обмена. Более половины энергии, которую расходует наш организм, образуется за счет окисления глюкозы. Определение глюкозы — обязательный этап в диагностике сахарного диабета и истощения запасов гликогена в печени при перенагрузках.

Триглицериды — главный источник энергии для клеток. Лишние калории, которые поступают в организм вместе с едой, откладываются в жировых клетках в виде триглицеридов. Совершенно неважно, из какого вида пищи поступает энергия, это могут быть белки, жиры или углеводы. Триглицериды также синтезируются в жировой ткани, печени и кишечнике. Избыточное поступление в организм тех или иных веществ, в данном случае нас интересуют белки, может сказаться на уровне триглицеридов в крови [9]. Повышение количества влечет за собой возникновение ожирения и, как следствие, заболевания различных органов. В то же время перенагрузки могут способствовать истощению запасов энергии.

ЛДГ, или лактатдегидрогеназа, лактат — фермент, участвующий в процессе окисления глюкозы и образовании молочной кислоты. Лактат (соль молочной кислоты) образуется в клетках в процессе дыхания. ЛДГ содержится почти во всех органах и тканях, особенно много его в мышцах. При полноценном снабжении кислородом лактат в крови не накапливается, а разрушается до нейтральных продуктов и выводится. В условиях гипоксии, в том числе при физических нагрузках, накапливается, вызывает чувство мышечной усталости, нарушает процесс тканевого дыхания.

Мочевина — активное вещество, основной продукт распада белков. Мочевина вырабатывается печенью из аммиака и

участвует в процессе концентрирования мочи. В процессе синтеза мочевины обезвреживается аммиак. Из организма мочевины выводится почками. В диагностике мочевины является основным показателем работы почек [3].

Гематологические показатели периферической крови

Нами была исследована морфология крови крыс, получавших рецептуру «МيوАктив-Спорт». В качестве предельных физических нагрузок использовался стресс-тест «вынужденное плавание».

В отобранных образцах цельной крови определялись следующие показатели:

- Количество эритроцитов (RBC)
- Количество лейкоцитов (WBC)
- Уровень гемоглобина (HGB)
- Лейкоформула
- Гематокрит (HCT)
- Количество тромбоцитов (PLT)

Эритроциты – основной компонент крови. Их основная функция – перенос кислорода. Пониженное количество эритроцитов в крови указывает на анемию, повышенное значение может быть следствием дегидратации.

Гемоглобин – железосодержащий пигмент крови, в организме выполняет функцию переноса кислорода (O₂) из органов дыхания к тканям, играет также важную роль в переносе углекислого газа от тканей в органы дыхания. В диагностических целях необходимо для оценки кислородного голодания (снижение), либо оценки дегидратации (повышение).

Гематокрит – соотношение объемов эритроцитов и плазмы. Характеризует степень недостатка или избытка красных кровяных телец в крови (зависит от количества и объема эритроцитов и является расчетной величиной).

Количество лейкоцитов является важным показателем воспалительных реакций в организме.

Лейкоцитарная формула позволяет оценить не только силу воспалительного процесса в организме, но также показывает напряженность иммунитета (количество лимфоцитов в крови), аллергические реакции, природу воспаления (вирусы, бактерии) [6].

Результаты и их обсуждение

Результаты биохимического исследования крыс, употреблявших рецептуру «МيوАктив-Спорт», представлены в табл. 3.

Таблица 3

Биохимические показатели крови крыс, получавших рецептуру «МيوАктив-Спорт»

Показатель	Контроль	«МيوАктив-Спорт»
Глюкоза, моль/л	5,7±0,38	5,8±0,41
АЛТ, У/л	73±12,5	69±17,2
АСТ, У/л	131±9,4	124±16,2
ЩФ, У/л	152±20,6	143±14,8
Лактат, mg/dl	21,9±1,8	20,6±2,4
Мочевина, mg/dl	31,6±2,9	32,5±3,1
ТГ, mg/dl	74±4,3	68±5,6

В данной работе глюкоза является одним из важнейших показателей, её содержание находится в пределах нормы.

Содержание АЛТ и АСТ также не превышает контрольных показателей, являющихся физиологической нормой для исследуемых животных.

Как видно из таблицы, рецептура не вызывает избыточного накопления триглицеридов в крови, что поддерживает организм в условиях усиленных физических нагрузок.

Уровень лактата у подопытных животных не увеличивался в период нагрузок вследствие приема рецептуры.

В ходе эксперимента не выявлено негативного влияния исследуемой рецептуры на работу почек.

Таким образом, данные, приведенные в таблице, позволяют заключить, что рецептура «МيوАктив-Спорт» не оказывает каких-либо негативных эффектов на показатели функционального состояния печени – в частности, на освобождение органоспецифических

энзимов гепатоцитов, наблюдающееся в случаях повреждения клеток печени.

Результаты гематологического исследования крыс, употреблявших рецептуру «МيوАктив-Спорт», представлены в табл. 4.

Как видно из таблицы, количество эритроцитов в крови крыс, получавших «МيوАктив-Спорт», несколько выше по сравнению с контролем: предположительно, это связано с наличием в исследуемой рецептуре железа в доступной гемовой форме, которая легче усваивается организмом.

Как и в случае с эритроцитами, уровень гемоглобина в крови у подопытных крыс увеличен по сравнению с контролем.

Незначительное повышение показателя гематокрита в крови животных, получавших рецептуру, связано с повышением эритроцитов.

Количество лейкоцитов также не превышает нормального значения.

Лейкоцитарная формула подопытных крыс находится в пределах нормы.

Таблица 4

Морфологический состав крови крыс

Показатель	Контроль	«МيوАктив-Спорт»
Эритроциты	8,76±0,13	9,16±0,21
Гемоглобин	174±5,3	182±4,2
Гематокрит	50,6±1,1	52,1±1,6
Тромбоциты	512±84	543±73
Лейкоциты	12,5±1,6	11,8±1,4
Лейкоцитарная формула		
Лимфоциты	9,2±1,3	8,3±1,1
Моноциты	0,9±0,15	0,7±0,21
Гранулоциты	2,4±0,41	2,8±0,5

Выводы

На основании результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1. При исследовании биохимических показателей на фоне физических нагрузок нами показано, что исследуемая рецептура «МيوАктив-Спорт» практически не изменяет биохимические показатели крыс, что может говорить о протекторных свойствах данной рецептуры на внутреннюю среду на фоне физических нагрузок и об отсутствии токсических эффектов данного вещества.

2. Исследование гематологических показателей выявило тенденцию к повышению количества эритроцитов и гемоглобина в крови, что связано с биодоступностью железа, входящего в состав рецептуры. Остальные показатели не превышали нормальных значений. Таким образом, рецептура «МيوАктив-Спорт» не вызывает негативных изменений в морфологическом составе крови животных.

Список литературы

1. Дорогова О.А. Способ активационной терапии заболеваний. Патент РФ №2159116. А61К35/32, А61К35/34, А61К35/36, А61Р3/00, А61Р37/00, подан 18.04.2000, опублик. 20.11.2000.
2. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике: В 2-х т. Т.1. Мн.: Беларусь. 2000. – 495 с.
3. Лабораторные методы исследования

в клинике / под ред. В.В.Меньшикова. – М.: Медицина. 1987. С. 106-138.

4. Reitman S., Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminases // Amer. J. Clin. Pathol. 1957. Vol. 28. №1. P. 56-63.

5. Александрова В.А., Рычкова С.В. Даларгин - фармакологические и клинические аспекты. Педиатрия. №3. 1993. С. 101-104.

6. Арзамасцев Е.В., Гуськова Т.А., Березовская И.В., Любимов Б.И., Либерман С.С., Верстакова О.Л. Методические указания по изучению общетоксического действия фармакологических веществ // Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ. М., 2005. С. 41-54.

7. Биохимические методы исследования в клинике. Справочник. (Под ред. акад. АМН СССР А.А. Покровского). М., «Медицина». 1969. 256 с.

8. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

9. Грудень М.А., Полетаев А.Б. Биохимия. 1987: 52 (6): 915-917.

10. Каркищенко Н.Н. Альтернативы биомедицины. Т. 2. Классика и альтернативы фармакотоксикологии. – М.: Изд-во ВПК, 2007.

11. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / под ред. Н.Н. Каркищенко, С.В. Грачева. – М.: Профиль-2010. 2 с.

Influence of a composition "MioActive-Sport" on biochemical and gematological parameters of laboratory rats

A.O. Revyakin, O.V. Alimkina, N.N. Karkischenko, V.N. Karkischenko, G.D. Kapanadze, A.G. Kiselev, L.Kh. Kazakova, O.I. Stepanova, N.V. Kasinskaya, S.E. Dengina, S.L. Lyublinskiy, I.Yu. Kolyshchev, I.A. Berzin

Evaluated the effect of composition «MioActive-Sports» on morphological and biochemical parameters of the blood of laboratory rats. We show that this formulation does not cause abnormalities investigated parameters.

Key words: MioActive-Sport, rats, exercise, biosecurity, biochemical and gematological parameters, the morphology of the blood.

Исследование гормонального статуса лабораторных крыс при употреблении рецептуры «МيوАктив-Спорт»

А.О. Ревякин¹, О.В. Алимкина¹, Н.Н. Каркищенко¹, В.Н. Каркищенко¹, Г.Д. Капанадзе¹, А.Г. Киселев¹, Л.Х. Казакова¹, О.И. Степанова¹, Н.В. Касинская¹, С.Е. Деньгина¹, С.Л. Люблинский¹, И.Ю. Колышев², И.А. Берзин³

¹ – ФГБУ «Научный центр биомедицинских технологий» РАМН, Московская область

² – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России

³ – Федеральное медико-биологическое агентство России

Контактная информация: д.м.н., проф. Каркищенко Владислав Николаевич; e-mail: scbmt@yandex.ru

Показано, что добавление рецептуры «МيوАктив-Спорт» в рацион крыс не влияет на гормональный статус животных. Следовательно, вещества, входящие в состав добавки, и их комбинации не оказывают влияния на секрецию гормонов и функционирование желез внутренней секреции.

Ключевые слова: крысы, рецептура «МيوАктив-Спорт», гормональный статус, инсулин, тестостерон, эстроген.

Наряду с исследованием биохимических и гематологических, а также психофизиологических показателей лабораторных крыс при употреблении рецептуры «МيوАктив-Спорт», нами также было изучено влияние данной рецептуры на их гормональный статус.

Целью исследования явилась, в частности, оценка изменения уровня гормонов инсулина, тестостерона и эстрогена.

Инсулин – гормон белкового происхождения. В организме вырабатывается поджелудочной железой. Инсулин участвует в белковом обмене, образуя новые протеиновые соединения, кроме того, он способствует отложению жиров, необходимых организму для нормальной работы. Самая главная функция инсулина – это углеводный обмен. Под действием инсулина в печени откладывается гликогеновое депо, он же синтезирует глюкозу из жиров и белков при недостат-

ке. Таким образом, инсулин регулирует энергообмен в организме.

Тестостерон – половой гормон, образующийся в семенниках (у самцов), яичниках (у самок) и коре надпочечников. Тестостерон отвечает за половое развитие самцов, определённые поведенческие особенности, накопление мышечной массы, некоторые изменения костей, связанные с половым созреванием [1].

Эстроген – половой гормон, образующийся в яичниках у самок, в семенниках – у самцов и в коре надпочечников – у обоих полов. Непосредственным предшественником эстрогенов являются андростендион и мужской половой гормон тестостерон. Эстроген отвечает за половое развитие, поддерживает течение полового цикла у самок, обладает анаболическим действием, оказывают влияние на липидный обмен, обладает противоматеросклеротическим действием,