

Соболевская, И. С. Липидсинтезирующие и липиднакапливающие структуры общего покрова крыс. Часть 2: Особенности строения сальных желез и гиподермы / И. С. Соболевская, О. Д. Мяделец // Ученые Записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, № 1. – С. 63-69. 5. Некоторые аспекты моделирования сбалансированного жирнокислотного состава спредов / А. В. Самойлова [и др.] // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77, № 3. – С. 74–78. 6. Есауленко, Е. Е. Влияние различных растительных масел на показатели липидного обмена у крыс / Е. Е. Есауленко, А. А. Ладутько, О. В. Дьякова // Аллергология и иммунология. – 2007. – Т. 8, № 1. – С. 14. 7. Dietary linolenic acid is inversely associated with calcified atherosclerotic plaque in the coronary arteries / L. Djousse [et al.] // Circulation. – 2005. – Vol. 111. – P. 2921-2926. 8. Egert, S. Dietary α -linolenic acid, EPA and DHA have differential effects on LDL 265 fatty acid composition but similar effects on serum lipid profiles in normolipidemic humans / S. Egert // J. Nutr. – 2009. – Vol. 139, № 5. – P. 861-868.

Статья передана в печать 02.12.2019 г.

УДК 599.323.4:616.591:591.141]:612.017.2

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭПИДЕРМИСА, САЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ И ГИПОДЕРМЫ КОЖИ БЕЛЫХ КРЫС ПРИ ЗАТЯЖНОМ СТРЕССЕ И ВВЕДЕНИИ ЛЬНЯНОГО МАСЛА

Соболевская И.С., Мяделец О.Д., Чайка В.А., Краснобаева М.И.

УО «Витебский государственный медицинский университет»,
г. Витебск, Республика Беларусь

Важным фактором воздействия на адаптационные изменения метаболизма и энергообеспечения как организма в целом, так и общего покрова в частности, выступают физические нагрузки. Многочисленные экспериментальные и клинические исследования показали, что основным звеном в развитии адаптационных изменений при воздействии физических нагрузок являются изменения именно липидного обмена. Эти изменения, в свою очередь, детерминируют определенные трансформации в различных системах и органах. Одной из таких систем выступает общий покров. В коже обмен липидов играет ключевую роль, учитывая тот факт, что в этом органе идет постоянный синтез, аккумуляция, а также выделение жиров. Основное значение в процессах метаболизма липидов в общем покрове выполняют такие структуры, как эпидермис, сальные железы и гиподерма.

В статье представлены результаты исследований, посвященные особенностям и последствиям влияния физических нагрузок и льняного масла на некоторые морфометрические показатели эпидермиса, сальных желез и гиподермы кожи крыс.

В настоящее время практически не разработаны объективные морфологические, гистохимические и морфометрические критерии, с помощью которых можно было бы объективно интерпретировать изменения липидного обмена кожи и использовать их в описательной гистологии, дерматовенерологии, косметологии и патологической анатомии. Данные об изменениях в структурах кожи, которые синтезируют, содержат, а также используют в осуществлении своих функций жиры, будут иметь большое значение для понимания места и роли липидного компонента в разворачивании механизмов нарушения нормального структурно-функционального состояния кожи, возникновения и обострения дерматозов. **Ключевые слова:** кожа, физические нагрузки, липиды, льняное масло, эпидермис, сальные железы, гиподерма.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF EPIDERMIS, SEBACEOUS GLANDS AND HYPODERMIS OF SKIN OF WHITE RATS DURING A PROLONGED STRESS AND ADMINISTRATION OF LINSEED OIL

Sobolevskaya I.S., Myadelets O.D., Chaika V.A., Krasnobaeva M.I.

Vitebsk State Medical University,
Vitebsk, Republic of Belarus

Physical activity is an important factor in the impact on adaptive changes in metabolism and energy supply of both the organism as a whole and the integumentary system in particular. Numerous experimental and clinical studies have shown that the main link in the development of adaptive changes under the influence of physical activity is change in lipid metabolism. These changes, in turn, determine certain transformations in various systems and organs. One of such systems is the integumentary system. In the skin, lipid metabolism plays a key role, given the fact that in this body there is a constant synthesis, accumulation, and also the release of fats. The main importance in the processes of lipid metabolism in the integumentary system is played by such structures as the epidermis, sebaceous glands and hypodermis.

The article presents the results of studies devoted to the features and consequences of the influence of physical activity and linseed oil on some morphometric indicators of the epidermis, sebaceous glands and hypodermis of rat skin.

At present, objective morphological, histochemical, and morphometric criteria have practically not been developed with the help of which it would be possible to objectively interpret changes in the lipid metabolism of the skin and use them in descriptive histology, dermatovenerology, cosmetology, and pathological anatomy. Data on changes in the skin structures that synthesize, contain, and also use fats in the performing of their functions will be of great importance for understanding the place and role of the lipid component in the development of mechanisms of violation of the normal structural and functional state of the skin, the occurrence and exacerbation of dermatoses. **Keywords:** skin, physical activity, lipids, linseed oil, epidermis, sebaceous glands, hypodermis.

Введение. Кожа человека и животных, занимая пограничное положение, выполняет роль надежного барьера. В ходе длительной эволюции и при постоянном воздействии биотических и абиотических факторов общий покров выработал определенные механизмы адаптации, которые позволяют ему существовать в изменяющихся условиях среды. Пожалуй, самыми важными для этого являются такие звенья гомеостаза, как поддержание энергетического и температурного постоянства. Многочисленные экспериментальные и клинические исследования показали, что основным звеном в развитии адаптационных изменений являются изменения именно липидного обмена. При этом доказано, что эти изменения, в свою очередь, детерминируют определенные трансформации в различных системах и органах. Одной из таких систем выступает общий покров. В коже обмен липидов играет ключевую роль, учитывая тот факт, что в этом органе идет постоянный синтез, аккумуляция, а также выделение жиров. Основное значение в процессах метаболизма липидов в общем покрове выполняют такие структуры, как эпидермис, сальные железы и гиподерма [1, 2].

Важным фактором воздействия на адаптационные изменения метаболизма и энергообеспечения как организма в целом, так и общего покрова в частности, выступают физические нагрузки. Установлено, что обмен жиров, а также механизм его регуляции являются главной мишенью определенных перестроек в организме при адаптации к физическим нагрузкам разной интенсивности. На сегодняшний день в литературе нет однозначного мнения по вопросу влияния физических нагрузок на липидный обмен. Так, G.A. Kelley и соавт. (2006) в своей работе доказали антиатерогенный эффект физических нагрузок [3], в то время как М.Г. Бубнова и соавт. (2005) приводят пример атерогенного влияния занятий спортом [4]. В одном все авторы сходятся во мнении, что работающие мышцы при активной физической деятельности являются основным потребителем свободных жирных кислот, источником которых служат атерогенные формы липопротеинов очень низкой плотности [3–5]. Рядом исследователей было установлено, что физические упражнения влекут за собой выделение скелетной мышечной тканью неизвестного ранее гормона ирисина, способствующего превращению белой жировой ткани в бурую, которая в силу своей высокой энергетической активности препятствует ожирению [5].

Учитывая тот факт, что физические нагрузки способны тем или иным способом воздействовать на метаболизм липидов в организме, общий покров должен быть опосредованно задействован в этом процессе. При этом изучение изменений жирового обмена ограничивается лишь определением отдельных фракций липидов и липопротеинов в сыворотке крови. В то же время липидные нарушения при воздействии различных факторов должны иметь более сложный и системный характер. Поэтому для комплексного обоснования их воздействия необходимо определять и морфофункциональные изменения в тканях и органах, которые синтезируют, накапливают и секретируют жиры. Известно, что в основе многих кожных заболеваний, таких как атопический дерматит, псориаз, экзема, лежит нарушение метаболизма липидов в организме и в общем покрове и что все эти виды патологии возникают или обостряются при влиянии различных факторов окружающей среды. Однако литературные данные по воздействию физических нагрузок на общий покров практически отсутствуют. Имеются лишь единичные упоминания этой взаимосвязи, причем чаще всего эти данные носят лишь гипотетический характер.

Все это требует изучения механизмов адаптации общего покрова, а также разработки средств и методов, обеспечивающих эффективную работу структур кожи, принимающих участие в обмене липидов в новых условиях среды.

Перспективным подходом к решению вопроса адаптации к физическим нагрузкам является поиск безопасного и эффективного препарата, способного воздействовать на метаболизм липидов. Одним из таких веществ выступает льняное масло. Оно содержит в большом количестве незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, обладающие разнообразной биологической активностью и участвующие в адаптации организма к окружающей среде [6–9]. Льняное масло привлекает к себе внимание исследователей и диетологов всего мира, так как является одним из самых «здоровых» продуктов питания. При этом выявление ценных биологических свойств в льняном масле и обоснование целесообразности его использования для нормализации метаболизма липидов существенно повысит эффективность решения актуальной социальной и медико-биологической проблемы – коррекции и профилактики разнообразных патологических изменений общего покрова.

В связи с этим изучение морфофункциональных особенностей и патобиохимических механизмов влияния экстремальных факторов на общий покров, а также поиск возможных путей их коррекции является актуальным как с позиции углубления знаний о формировании патологии кожи и ее производных, так и в прикладном аспекте, который включает поиск и изучение продуктов растительного происхождения с известными и предполагаемыми гиполипидемическими и антиоксидантными свойствами.

В связи со всем сказанным выше целью данного исследования явилось изучение роли физических нагрузок и льняного масла на некоторые морфометрические показатели эпидермиса, сальных желез и гиподермы кожи крыс.

Материалы и методы исследований. Исследование было выполнено на 40 белых беспородных крысах-самцах с массой тела 210-280 г. Животные содержались в стандартных условиях вивария УО «Витебский государственный медицинский университет». Все манипуляции с животными проводились в соответствии с документами и законодательными актами, регламентирующими использование лабораторных животных в экспериментальных исследованиях, а также с разрешения биоэтического комитета УО «ВГМУ».

Случайным образом все животные были разделены на 3 группы. Первая – контрольная (n=12). Животные этой группы находились в стандартных условиях вивария. Вторая группа (группа 2) – животные с регулярным физическим стрессом в течение 21 сут. Физические нагрузки моделировали с помощью прибора «Ротарод». Ежедневно в течение 10 минут животных подвергали выполнению умеренных физических нагрузок по методике «Бег на Ротароде», которые находятся в зоне околомаксимальной аэробной мощности [6].

Третья группа (группа 3) – животные, ежедневно испытывающие умеренные физические нагрузки, которым с первого дня эксперимента вводили льняное масло внутривентрикулярно (n=30) в количестве 0,2 мл/сут в утренние часы до основного кормления животных и выполнения физических нагрузок.

Для изучения динамики морфофункциональных изменений в коже животных контрольной и экспериментальной групп выводили из эксперимента поэтапно в утренние часы (на 7-е, 14-е и 21-е сут. от начала опыта) путем декапитации.

Забор фрагментов кожи межлопаточной области размером 2x2 см производили после декапитации животных с соблюдением всех правил получения гистологического материала для исследования. Образцы кожи фиксировали в кальций-формоле. Гистологические срезы изготавливали с помощью замораживающего микротомы при -26°C и окрашивали специфическим красителем жировой красной О для выявления липидов (с последующей окраской гематоксилином Майера).

Полученные гистологические препараты изучали при помощи светового микроскопа Leica DM 2000 (Leica-microsystems, Германия) с видеопроекционной системой, используя прикладную морфометрическую программу Leica «LAS V3.6». Оценку морфологических признаков проводили на светооптическом уровне при увеличении x100, x200, x400 и x630.

При морфологическом и морфометрическом исследованиях сальных желез определяли глубину залегания сальных желез в дерме (мкм). Производили 25 измерений глубины залегания желез по каждому гистологическому препарату; определяли ширину концевых (секреторных) отделов сальных желез (мкм). Для оценки ширины концевых отделов сальных желез производили 25 ее замеров по каждому гистологическому препарату.

При исследовании гиподермы определяли диаметр адипоцитов подкожной основы и дермы (мкм) путем измерения диаметров 25 клеток по каждому гистологическому препарату.

При морфологическом и морфометрическом исследованиях эпидермиса визуально оценивали интенсивность окраски слоев эпидермиса. Результаты выражали в условных единицах (полуколичественный метод) по общепринятой пятибалльной системе (0 – отсутствие окраски, 1 – слабая, 2 – умеренная, 3 – высокая, 4 – очень высокая, 5 – максимальная степень окраски).

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10.0. Рассчитывали среднюю (M), медиану (Me), размах (Min–Max), межквартильный интервал (15-й и 85-й процентиля), а также 95% доверительный интервал (ДИ) для медианы и средней. Результаты в тексте отображали в виде средней и размаха (M (Min–Max)).

Оценку вида распределения изучаемых признаков проводили с помощью критериев Шапиро-Уилка, Колмагорова-Смирнова и Лиллиефорса. При сравнении количественных и качественных признаков в двух группах использовали критерий U Вилконсона-Манна-Уитни. Различия считали достоверными при уровне значимости менее 0,05 ($p < 0,05$).

Результаты исследований. Статистические данные количества поверхностных липидов кожи (ПЛК) и липидов эпидермиса представлены на рисунке 1.

На рисунке 1 хорошо видно, что количество ПЛК в контрольной группе животных составляло 1,6 усл.ед. При этом данные интенсивности окраски в этой же зоне, но в группе 2 показывали волнообразную динамику. Так, на 7-е сут. физических нагрузок наблюдалось увеличение исследуемого показателя в 2,08 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,05$) по сравнению с контролем. На 14-е сут. исследования среднее значение количества ПЛК значительно снижалось (до 0,67 (0,00-1,00) усл. ед.), а к 21-м сут. – увеличивалось до 2,00 (1,00 – 3,00) усл. ед., что уже статистически не отличалось от контрольных значений (рисунку 1).

Учитывая тот факт, что чешуйки эпидермиса располагались в несколько рядов, все межклеточные липиды рогового слоя условно были разделены на 2 зоны: поверхностные и глубокие. Из рисунка 1 хорошо видно, что на 7-е сут исследования в группе 2 количество липидов поверхностной зоны рогового слоя оставалось без изменений, тогда как на 14-е сут. этот показатель достоверно снижался в 1,8 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,05$) по сравнению с животными, находившимися в стандартных условиях вивария, а затем (к 21-м сут.) их среднее значение снова возрастало до уровня контроля.

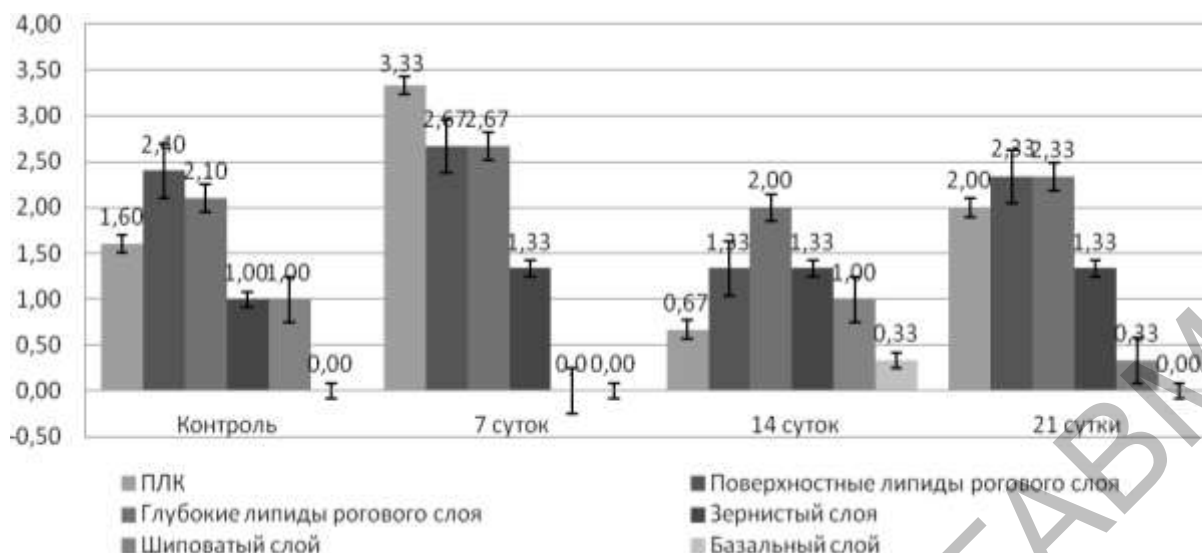


Рисунок 1 – Изменение количества ПЛК и липидов эпидермиса кожи крыс при физических нагрузках (усл. ед.)

Количество липидов в глубоких слоях эпидермиса, по сравнению с контрольной группой, после воздействия физических нагрузок статистически значимо не изменялось ($p_{\text{Mann-Whitney}} > 0,05$) и находилось в пределах 2,00–2,67 усл. ед.

Интенсивность окраски липидов зернистого слоя на 7-е сут. эксперимента, по сравнению с контрольными значениями, достоверно возросла в 1,33 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,05$) и сохранялась на этом уровне на протяжении всего исследования (рисунок 1).

В шиповатом слое эпидермиса кожи крыс наблюдалось достоверное снижение количества липидов (вплоть до их полного отсутствия) на 7-е сут. воздействия физическими нагрузками ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,05$). Затем к 14-м сут. этот показатель увеличивался до контрольных значений (1,00 (1,00–1,00) усл. ед), а на 21-е сут. – снижался до 0,33 (0,00–1,00) усл. ед., что в 3 раза меньше ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) контрольных значений (рисунок 1).

В базальном слое кожи всех исследуемых групп эпидермальные липиды обнаружены не были.

Таким образом, содержание ПЛК и эпидермальных липидов у животных, подвергшихся воздействию физических нагрузок, имело некоторые различия с группой контроля. При этом продолжительность эксперимента в большинстве случаев напрямую влияла на морфометрические показатели. Чаще всего количество липидов в эпидермисе к концу эксперимента восстанавливалось до нормальных значений. Эти различия, вероятно, связаны с компенсаторно-приспособительными реакциями адаптационного механизма общего покрова.

При добавлении в рацион крыс льняного масла на фоне физических нагрузок средние значения исследуемых показателей значительно изменялись по сравнению с контрольной группой и группой 2 (рисунок 2).

Так, количество ПЛК на 7-е сут. исследования значительно уменьшалось (в 4,8 и 10,0 раза, $p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) по сравнению с контролем и группой без масла соответственно, а к 21-м сут. этот показатель, напротив, увеличивался и составлял 1,5 (1,00–2,00) усл. ед., что, в свою очередь, соответствовало нормальным значениям. В то же время в группе без масла это значение было достоверно ниже (в 2,24 раза, $p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$).

Аналогичная картина наблюдалась и при оценке количества липидов в поверхностных зонах рогового слоя эпидермиса. На 7-е сут. исследования у крыс, которым вводили льняное масло, уровень поверхностных липидов снижался по сравнению с контролем и группой без масла соответственно в 1,8 и 2,06 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$), а затем постепенно к 21-м сут. эксперимента увеличивался до нормальных показателей и составлял 2 (2,00–2,00) усл. ед. При этом в глубоких слоях существенных изменений в количестве липидов на 7-е и 14-е сут. отмечено не было, а на 21-е сутки этот показатель снижался в 2 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) по сравнению с группой без масла и контролем (рисунок 2).

На рисунке 2 хорошо видно, что интенсивность окраски липидов зернистого слоя эпидермиса крыс на фоне приема льняного масла достоверно не отличалась от нормальных значений и значений у животных с физическими нагрузками, но без масла. Однако у группы животных, употреблявших масло, липиды в шиповатом слое на 7-е и 14-е сут. отсутствовали. На 21-е сут. их количество возрастало до 0,5 (0,00–1,00) усл. ед., что в 1,33 и 2 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) меньше значений в группе без масла и контроле соответственно.

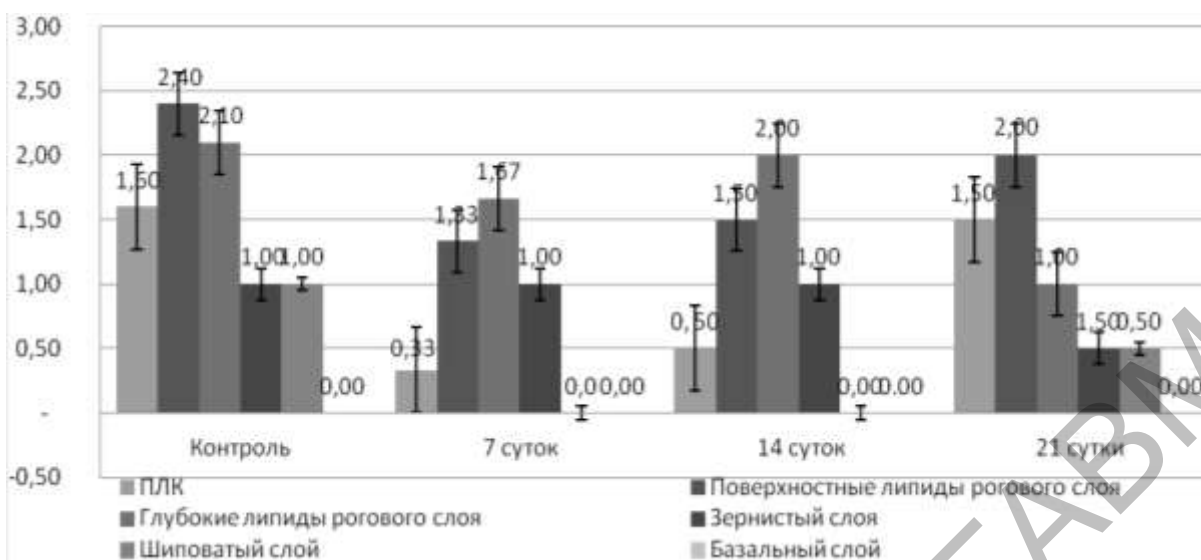


Рисунок 2 – Изменение количества ПЛК и липидов эпидермиса кожи крыс при введении льняного масла на фоне физических нагрузок (усл. ед.)

В базальном слое эпидермальные липиды во всех случаях выявлены не были.

При анализе некоторых морфометрических показателей сальных желез у крыс выявлены следующие особенности. На рисунке 3 хорошо видно, что глубина залегания сальных желез значительно варьировала относительно продолжительности эксперимента. Так, на 7-е сут. воздействия физических нагрузок среднее значение этого показателя по отношению к интактной группе уменьшалось в 1,1 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$). При этом к 14-м сут., напротив, происходило увеличение глубины залегания желез до значений, статистически не отличимых от контрольных. Затем, к 21-м сут. исследования, этот показатель снова незначительно снижался.

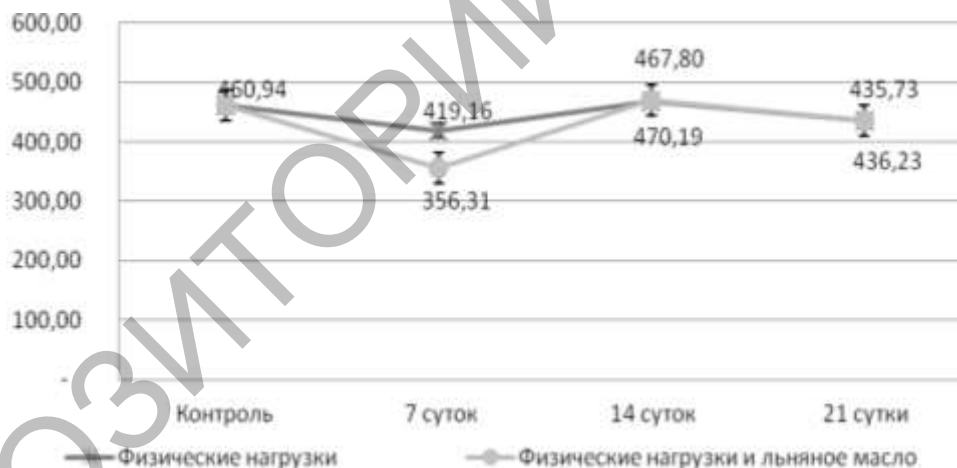


Рисунок 3 – Изменение глубины залегания сальных желез в коже крыс при физических нагрузках (при введении льняного масла и без) (мкм)

Глубина залегания сальных желез при добавлении в рацион льняного масла изменялась аналогично группе без масла. Так, на 7-е сут. эксперимента среднее значение уменьшалось в 1,29 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,05$) относительно контроля, а далее этот показатель постепенно увеличивался и к 14-м сут. достигал значения 470,19 (382,56–528,81) мкм, что соответствовало группам сравнения. На 21-е сут. этот показатель незначительно снижался, как и в группе без масла (рисунок 3).

Еще одним исследуемым признаком была ширина концевых отделов сальных желез. Этот показатель в группе животных с моделированием физических нагрузок имел незначительную тенденцию к уменьшению с первых дней эксперимента (рисунок 4). Однако их средние значения статистически не отличались от показателей контрольной группы ($p_{\text{Mann-Whitney}} > 0,05$).

При изучении ширины сальных желез у животных, которым вводили льняное масло на фоне физических нагрузок, наблюдалось увеличение по сравнению с контролем среднего значения в 1,18, 1,14 и 1,29 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) на протяжении всего эксперимента. При этом в экспериментальной группе без масла этот показатель, напротив, снижался в течение всего исследования.

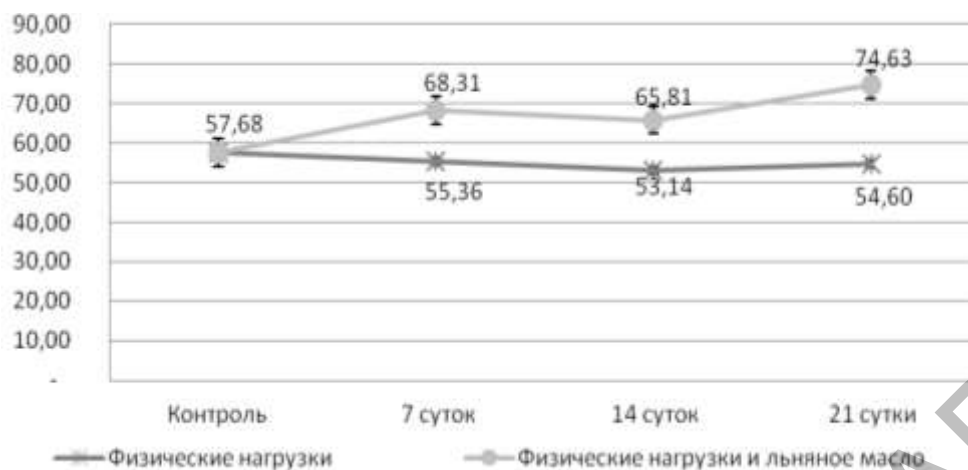


Рисунок 4 – Изменение ширины концевых отделов салых желез в коже крыс при физических нагрузках (при введении льняного масла и без) (мкм)

При изучении диаметров адипоцитов дермы были установлены следующие особенности результатов измерения. Так, на фоне семисуточного воздействия физическими нагрузками диаметр дермальных клеток увеличивался в 1,11 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$), а на 14-е и 21-сут. этот показатель незначительно уменьшался и приближался к контрольным значениям. В свою очередь, прямо пропорционально длительности эксперимента уменьшался диаметр адипоцитов гиподермы и к 21-м сут. эксперимента был в 1,17 раза меньше контрольных значений ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) (рисунок 5).

Необходимо также отметить изменения в диаметре адипоцитов дермы на фоне приема льняного масла и физических нагрузок. Так, его среднее значение увеличивалось на 7-е сут. в 1,24 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) по сравнению с контролем и в 1,12 раза ($p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) – по сравнению с группой без масла. Затем этот показатель постепенно уменьшался и на 21-е сут. уже составил 24,06 (18,59–29,95) мкм, что достоверно выше (в 1,12 раза, $p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) аналогичных показателей в контрольной группе и группе животных с физическими нагрузками, но без масла (рисунок 5).

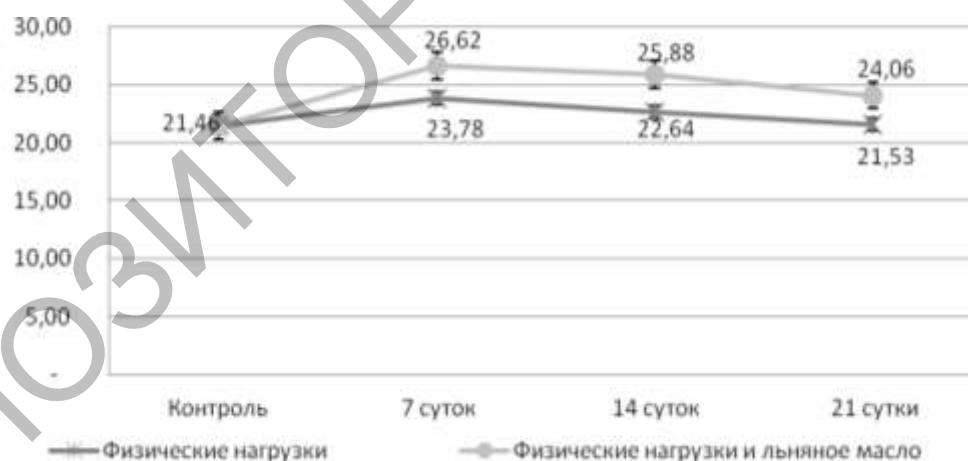


Рисунок 5 – Изменение диаметра адипоцитов дермы кожи крыс при физических нагрузках (при введении льняного масла и без) (мкм)

Интересная картина совместного влияния льняного масла и физических нагрузок наблюдалась при изучении диаметра адипоцитов гиподермы крыс. Так, у животных на 7-е и 14-е сут. эксперимента, по сравнению с контролем, наблюдалось активное увеличение размера гиподермальных жировых клеток (1,1 раза, $p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$). При этом к 21-м сут. среднее значение показателя снижалось до 34,93 (28,61–45,76) мкм, что соответствовало диаметру адипоцитов в интактной группе (рисунок 6).

Стоит отметить, что на всех сроках исследования средние показатели диаметра клеток дермы и гиподермы у животных, которым вводили льняное масло, были достоверно выше (в 1,15 раза, $p_{\text{Mann-Whitney}} < 0,01$) значений в группе, где животные подвергались только воздействию физических нагрузок (рисунок 6).

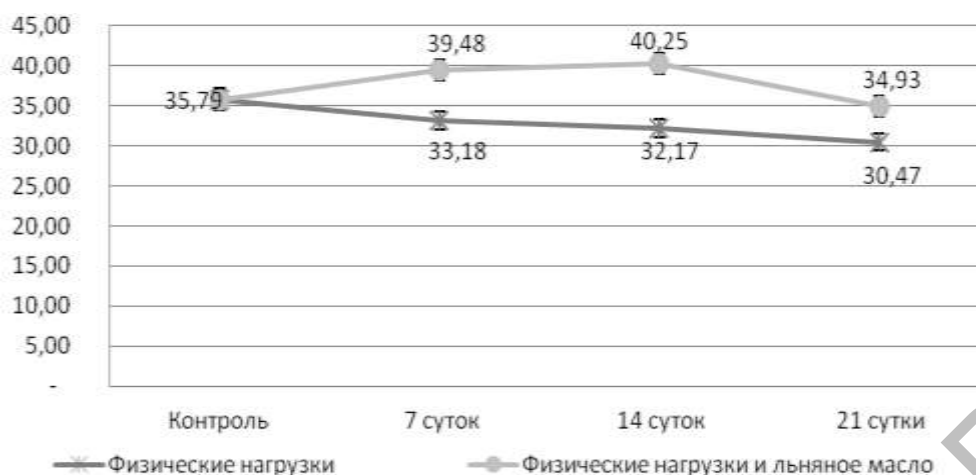


Рисунок 6 – Изменение диаметра адипоцитов гиподермы кожи крыс при физических нагрузках (при введении льняного масла и без) (мкм)

Заключение. В общем покрове человека и животных находятся структуры, которые синтезируют, накапливают и выделяют липиды. К ним относятся эпидермис кожи, сальные железы и жировая ткань гиподермы. При затяжном воздействии на организм животных умеренного физического стресса указанные структуры кожи задействуются в реализации приспособительных реакций организма. При этом изменения в них носят динамический, волнообразный характер. В течение первых 7 сут. в основном реализуются адаптивные процессы, выражающиеся в увеличении толщины пленки поверхностных липидов кожи и количества поверхностных липидов рогового слоя. При этом глубокие слои рогового слоя изменения не затрагивают. Возможно, что это связано с биохимическими изменениями в составе этих липидов.

Сальные железы дермы в первую неделю воздействия физического стресса залегают более поверхностно. Это может быть связано, во-первых, с изменением при стрессе кровенаполнения сосудов, во-вторых, с изменением гидратации дермы, в-третьих, с тем, что в это время несколько активизируется секреторная активность желез (выделяя себум, они перемещаются в более поверхностные слои дермы), что подтверждается увеличением размеров себоцитов и выраженности пленки ПЛК. В последующем все указанные изменения либо нормализуются (чаще), либо остаются повышенными, что подчеркивает их ведущую роль в адаптивных процессах.

При действии физического стресса на фоне введения льняного масла некоторые показатели, в частности выраженность поверхностной липидной пленки и поверхностных липидов рогового слоя, снижались. Это происходило на фоне признаков активации секреторной активности сальных желез и могло свидетельствовать о том, что в формировании пленки ПЛК возрастает квота липидов себума, что, очевидно, предпочтительнее для организма.

Литература. 1. Модификация уровней липопротеидов и аполипопротеинов крови с помощью физических нагрузок разного вида и интенсивности у здоровых мужчин с нормо- и гиперлипидемией. Кардиоваскулярная терапия и профилактика / М. Г. Бубнова [и др.]. – 2005. – № 4 (2). – С. 74-83. 2. Есауленко, Е. Е. Влияние различных растительных масел на показатели липидного обмена у крыс / Е. Е. Есауленко, А. А. Ладутько, О. В. Дьякова // Аллергология и иммунология. – 2007. – Т. 8, № 1. – С. 14. 3. Некоторые аспекты моделирования сбалансированного жирнокислотного состава средов / А. В. Самойлова [и др.] // Вопросы питания. – 2008. – Т. 77, № 3. – С. 74–78. 4. Соболевская, И. С. Липидсинтезирующие и липиднакапливающие структуры общего покрова крыс. Часть 1 : особенности распределения эпидермальных и поверхностных липидов / И. С. Соболевская, О. Д. Мяделец // Ученые Записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, № 1. – С. 56-62. 5. Соболевская, И. С. Липидсинтезирующие и липиднакапливающие структуры общего покрова крыс. Часть 2 : Особенности строения сальных желез и гиподермы / И. С. Соболевская, О. Д. Мяделец // Ученые Записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2018. – Т. 54, № 1. – С. 63-69. 6. Фомин, Н. А. Физиологические основы двигательной активности / Н. А. Фомин, Ю. Н. Вавилов. – Москва : Физкультура и спорт. – 1991. – 224 с. 7. Dietary linolenic acid is inversely associated with calcined atherosclerotic plaque in the coronary arteries / L. Djousse [et al.] // Circulation. – 2005. – Vol. 111. – P. 2921-2926. 8. Egert, S. Dietary α -linolenic acid, EPA and DHA have differential effects on LDL 265 fatty acid composition but similar effects on serum lipid profiles in normolipidemic humans / S. Egert // J. Nutr. – 2009. – Vol. 139, № 5. – P. 861-868. 9. El-Lebedy, D. H. Novel adipokines vaspin and irisin as risk biomarkers for cardiovascular diseases in type 2 diabetes mellitus / D. H. El-Lebedy, A. A. Ibrahim, I. O. Ashmawy // Diabetes Metab Syndr. - 2018. - Vol. 12 (5). – P. 643-648. 10. Kelley, G. K. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in patients with cardiovascular disease: a meta-analysis of randomized controlled trials / G. Kelley // Journal of cardiopulmonary rehabilitation. – 2006. – Vol. 26. – P. 131-9.

Статья передана в печать 29.11.2019 г.