

*Мяделец О. Д., Клушенков Е. П., Соболевская И. С., Мяделец М. О.*

## **БУРАЯ И БЕЛАЯ ЖИРОВАЯ ТКАНЬ БЕЛОЙ КРЫСЫ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СО СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНЬЮ**

*Витебский государственный медицинский университет, Беларусь*

Бурая жировая ткань изучалась в основном у грызунов и у животных, впадающих в зимнюю спячку. Эта ткань обнаруживается у новорожденных детей, а у взрослых людей ее физиологическая роль считалась недоказанной. Бурая жировая ткань играет важную роль в трех случаях: 1) у новорожденных младенцев; 2) при адаптации к холоду; 3) при пробуждении от спячки. Бурые адипоциты отличаются от белых тем, что содержат много мелких липидных капель (вместо одной большой), диспергированных по всей клетке; они особенно богаты своеобразными митохондриями и обильно снабжены окончаниями симпатических нервов и кровеносными сосудами.

У человека бурая жировая ткань хорошо развита только у новорожденных (примерно 5 % от массы тела) и находится в районе шеи, почек, вдоль верхней части спины, на плечах. В организме младенцев бурая жировая ткань часто встречается в сочетании с белой жировой тканью [1, 2]. Однако многие вопросы взаимоотношений этих тканей остаются неясными.

**Целью** работы являлось изучение взаимоотношения бурой и белой жировой ткани лабораторной крысы, их топографии и кровоснабжения.

### **Материалы и методы**

Исследование проведено на 10 белых беспородных половозрелых крысах. За 1 ч до эвтаназии животным подкожно вводили гепарин в дозировке 600 ед. на одно животное для профилактики внутрисосудистого свертывания крови. После

умерщвления животных передозировкой эфира осуществляли инъекцию сосудистого русла по оригинальной методике. Она заключалась в следующем. Сосудистое русло промывали изотоническим раствором с яичным белком через канюлю, введенную через левый желудочек в аорту с помощью аппарата Боброва. Далее через эту же канюлю вводили раствор яичного белка, подкрашенный синей тушью. После окрашивания кожных покровов и начала вытекания туши через правый желудочек инъекцию прекращали. Через эту же канюлю шприцем вводили 15 мл белкового раствора, подкрашенного красной тушью. Производили тотальную фиксацию тушек животных в 10 % нейтральном формалине. Затем тушки целиком замораживали в морозильной камере и выполняли продольные и поперечные распилы тела. Распилы препарировали при использовании бинокулярного микроскопа МБС-9. Извлекали тела бурой жировой ткани и оба легких, промывали их дистиллированной водой, замораживали в криостате и готовили криостатные срезы, которые окрашивали суданом черным В, суданом IV, гематоксином и эозином.

### **Результаты и обсуждение**

Установлено, что бурая жировая ткань у крысы формирует плотные тельца овоидной формы размером от 2–3 см в длину до мелких пластиночек длиной около 5 мм. На основании собственных данных предложена следующая классификация топографии бурой жировой ткани:

#### **I. Постоянные образования:**

1. Парные межлопаточные тела.
2. Шейные межмышечные тела.
3. Внутригрудные субплевральные пластинки.
4. Легочная субплевральная пластинка

#### **II. Факультативные образования:**

5. Пластинчатые тела непостоянной локализации

Тела I типа (межлопаточные) — парные образования треугольной формы. Основанием они сращены с подкожной фасцией, вершиной направлены к позвоночнику, где и соединяются между собой. В место соединения их входит сосудисто-нервный пучок, берущий начало в позвоночном канале. Между латеральными поверхностями тел и поверхностями наружных мышц спины находится постоянная парная слизистая сумка, которая прилежит к жировым телам, не окружая их. Сами тела имеют дольчатое строение и рыхлую консистенцию.

Шейные межмышечные тела парные, имеют вытянутую в длину форму, напоминающую гороховый стручок, лежат параллельно позвоночнику. Эти тела заключены в слизистую сумку. Ее париетальный листок покрывает мышцы, окружающие тела со всех сторон. Сосудисто-нервный пучок лежит в брыжейковидной складке, которая соединяет задний конец тела с наружным листком сумки. Указанная складка отличается постоянством локализации.

Внутригрудные субплевральные пластинки представляют собой тонкие удлиненные слабо разделенные на дольки тельца. Вдоль грудной аорты лежат три тельца: два по бокам и одно с вентральной стороны. Непарную и полунепарную вены практически на всем их протяжении «одевают» неразделенные на дольки уплощенные тела. Тела III типа кровоснабжаются веточками крупных сосудов, с которыми находятся в тесной анатомической связи. Артериальное кровоснабже-

ние тел, окружающих непарную и полунепарные вены, осуществляется веточками межреберных артерий.

В отношении наличия бурой жировой ткани в легких в специальной литературе имеются единичные сведения, указывающие на присутствие ее в области корня легкого [1]. Поэтому для уточнения этих данных было проведено окрашивание срезов легкого, выполненных на уровне ворот в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, суданом черным В и суданом IY.

Установлено, что бурый жир действительно присутствует в области хилуса, располагаясь непосредственно под висцеральной плеврой в виде небольших скоплений. Далее он распространяется по медиастинальной поверхности легкого, также располагаясь субплеврально, при этом количество его прогрессивно убывает. Указания на подобную картину распределения бурого жира в легких в доступной литературе отсутствуют. В строме легкого бурый жир с достоверностью не обнаружен (поскольку имели место единичные и непостоянные факты окраски стромы легкого суданом, вопрос требует дальнейшего изучения). Установленный факт распределения бурой жировой ткани в легком позволяет предположить, что на определенном этапе эмбрионального развития, когда легкое не функционирует, оно со всех сторон окружено бурой жировой тканью. В процессе роста органа происходит постепенное перераспределение этой ткани таким образом, что она сохраняется только в описанных выше областях.

Непостоянные тельца бурой жировой ткани широко варьируют как по форме, так и по размерам. Чаще всего это мелкие тельца (не более 0,5 см) в форме чечевицы, лежащие под синовией межмышечных сумок. Они, как правило, кровоснабжаются небольшим сосудистым пучком, происходящим из межмышечной жировой клетчатки. В межмышечных сумках пояса передних конечностей нередко наблюдается слияние таких телец в одно общее, занимающее значительную поверхность.

Наиболее постоянными по форме и локализации являются межлопаточные и шейные межмышечные скопления бурой жировой ткани. Эти образования либо граничат со слизистыми сумками, составляя при этом одну из их стенок, либо (второй тип) не спаяны с окружающими их тканями.

Во всех указанных топографических областях локализации БЖТ отмечено тесное взаимодействие ее с белой жировой тканью (рис).

Как видно из рисунка, между бурыми и белыми адипоцитами существуют переходные формы, что может свидетельствовать о взаимопревращении этих клеток друг в друга.

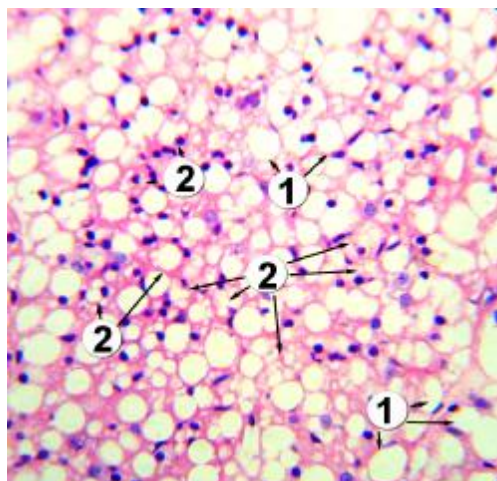


Рис. Бурая и белая жировая ткань межлопаточной области крысы. Окраска гематоксилином и эозином,  $\times 400$ :  
1 — белые, 2 — бурые адипоциты

Полученные данные свидетельствуют о множественном характере распределения БЖТ, сосредоточении ее в передней половине тела животных вблизи важнейших органов жизнеобеспечения, а также об ее обильной васкуляризации и иннервации. Кроме того, обращает на себя внимание тесное взаимодействие двух видов жировой ткани, а также скелетных мышц. Эти сведения уточняют данные литературы о морфологии и васкуляризации жировой ткани [1].

Раньше считалось, что у человека со временем митохондрии бурых жировых клеток исчезают, и эти клетки становятся похожими по функциям и строению на клетки белой жировой ткани. Но выяснилось, что у взрослых людей она также имеется и расположена там же, где и у новорожденных, но в значительно меньших количествах. Выяснилось также, что бурая жировая ткань активна не постоянно, а только при низкой температуре окружающей среды. При повышении температуры этой среды она прекращает активно функционировать, очевидно, превращаясь в белую жировую ткань [2].

Недавние интересные исследования позволяют объяснить тесную связь бурой и белой жировой ткани со скелетной мышечной тканью. Было показано, что физические упражнения влекут за собой выделение неизвестного ранее гормона **ирисина**, который превращает белую жировую ткань в бурую, в силу высокой энергетической активности препятствующую ожирению [2].

Ученые из Гарвардской медицинской школы показали, что у эмбриона клетки бурого жира развиваются не из жировых клеток, а из миобластов. Установлен ген, который переключает развитие этих клеток, определяя их превращение в клетки бурой жировой ткани. Этот ген является главным регулятором образования этой ткани. Ученым удалось взять миобласты кожи мыши, переключить их с помощью этого гена и снова трансплантировать. После этого позитронно-эмиссионная томография показала, что у мыши появились участки, где трансплантаты превратились в островки бурой жировой ткани [3].

**Выводы.** Таким образом, на основании собственных исследований и анализа данных литературы показаны тесные взаимодействия между бурой, белой жировой и скелетной мышечной тканями. Эти взаимодействия позволяют регу-

лизовать жировой обмен в организме. Уточнены особенности топографии и васкуляризации бурой жировой ткани у крысы.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. *Афанасьев, Ю. И.* Бурая жировая ткань / Ю. И. Афанасьев, Е. Д. Колодезникова. Иркутск : Изд-во Иркутск. ун-та, 1995. 184 с.
2. *Бурая* жировая ткань. [https:// ru.wikipedia.org/wiki/sites google.com/site/sportimedica/profilaktica/Buraa-zirovaa-tkan](https://ru.wikipedia.org/wiki/sites_google.com/site/sportimedica/profilaktica/Buraa-zirovaa-tkan).