



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕГУ КАК ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Гайдай Е.А.-биолог, Макарова М.Н.-директор, д.м.н.
ЗАО «НПО» ДОМ ФАРМАЦИИ»

Ключевые слова: доклинические исследования, дегу, биологические тест-системы. **Key words:** pre-clinical studies, degu, the biological test-redundant systems.

РЕФЕРАТ



Обзор посвящен дегу (чилийская белка, *Octodon degus*), обитающим в засушливой зоне предгорья Анд, Чили и Перу, и возможностям использования их в доклинических исследованиях. Этих животных разводят как декоративных, в качестве питомцев, а также широко используют в лабораторных исследованиях.

Интерес к дегу, как лабораторным животным, обусловлен благоприятными зоотехническими характеристиками, некоторыми анатомо-физиологическими особенностями, а также их уникальностью в развитии некоторых патологических состояний, схожих по своему патогенезу с заболеваниями человека. Первые статьи, посвященные дегу, появились в 50-60-х годах 20 века. В них были описаны различного рода паразитарные заболевания дегу.

На сегодняшний день дегу получают все большую популярность в качестве животных для биомедицинских исследований. В частности, нетерпимость к сахару, отмеченная у этих животных, позволяет проводить на них исследования по сахарному диабету и изучать влияние новых фармацевтических субстанций на развитие этого заболевания. Весьма важным аспектом здесь является то, что этот вид животных демонстрирует развитие сахарного диабета 2-го типа, что чрезвычайно трудно достичь на других моделях этого заболевания. Интересен этот вид животных и при изучении систем детоксикации печени, поскольку содержание микросомальных ферментов и цитохрома P-450 у дегу оказалось в 4 раза выше, чем у крыс. Также дегу используют для моделирования болезни Альцгеймера, что связано с формированием у них на 3-4 году жизни 3-х патогномных признаков этого заболевания.

Все вышесказанное позволяет рассматривать дегу, как перспективный вид лабораторных животных в фармакологических исследованиях.

ВВЕДЕНИЕ

Дегу - представители семейства Octodontidae (Восьмизубые), ископаемые остатки которых известны с позднего олигоцена. Семейство является эндеми-

ком Южной Америки и включает в себя 13 видов, объединяемых в 8 родов. Восьмизубые обитают в сухих низменностях и горах Перу, Боливии, Аргентины, Чили и поднимаются в горы до 4000 м над уров-

нем моря. Представители данного семейства хорошие землерои, они строят сложные системы нор и открытых туннелей. Часто селятся колониями. Большинство ведет ночной образ жизни.

Класс: Mammalia (Млекопитающие), Отряд: Rodentia (Грызуны), Подотряд: Hystricomorpha (Дикобразообразные), Инфраотряд: Caviomorpha, Семейство: Octodontidae (Восьмизубые), Род: Octodon, Вид: Octodon degus Molina, 1782.

Дегу один из наиболее распространенных видов млекопитающих центральных районов Чили и являются сельскохозяйственными вредителями. Обитают в засушливой зоне предгорья Анд, Чили и Перу на высоте 1200 м над уровнем моря. В отличие от других восьмизубых они активны в дневное время [13].

Несмотря на то, что дегу используют в биомедицинских исследованиях более 40 лет, системная оценка анатомии и физиологии этих животных практически отсутствует.

Строение дегу сходно с другими грызунами, используемыми в лабораторных исследованиях. В большей степени они сходны с белками. Средняя длина тела взрослых животных 25 – 31 см, длина хвоста может составлять от 7,5 до 13 см. Вес тела изменяется от 170 до 300 грамм. Голова слегка клиновидная, хорошо выражена, нос плоский, уши средних размеров, округлые. Вибриссы подвижные и достаточно длинные. Шея коренастая и короткая, постепенно переходит в изогнутую спину. Передние лапки грызуна несколько короче, чем задние, видоизмененные когти по внешнему виду похожи на ногти приматов.

Мех более короткий и жесткий, чем у других представителей семейства. Окрас однородный, коричнево-серый, иногда присутствует оранжевый оттенок, брюшко окрашено в кремово-желтый цвет. Хвост покрыт короткой жесткой шерстью и заканчивается кисточкой (характерная особенность рода восьмизубых) [7].

Диплоидный набор хромосом дегу

равняется 58. Инбредные или уникальные линии отсутствуют. Филогенетический анализ представителей надсемейства Octodontoidea показал, что род Octodon является монофилетическим [8].

У дегу 8 пар жевательных зубов и 2 пары резцов, растут зубы всю жизнь, как и у всех грызунов. Щечные зубы по форме напоминают «восьмерку», эта особенность лежит в основе родового названия этих животных [9].

Желудок дегу имеет те же отделы, что и у человека, но отличается меньшей вариативностью формы, которая может быть расценена как крючковидная у крысы, у морской свинки имеет вид деформированного рога, а у дегу больше всего напоминает желудок морской свинки, но относительно шире и занимает меньше места в брюшной полости [1].

В естественных условиях дегу питаются, в основном, растительной пищей: травой, цветками, кустарниками, листьями и семенами. В период зимы дегу питаются в основном сухими листьями, сеном и зернами [8].

В лабораторных условиях дегу нуждаются в строгом соблюдении рациона. Дегу – травоядные животные, их рацион должен быть максимально приближен к природному. В 2012 году международной командой DIC (Degus International Community) была разработана видовая сбалансированная диета для дегу SAB (species-appropriate and balanced). Основную часть рациона (80%) составляет зелень (преимущественно наземные части растений: травы, сорняки, дикие и садовые цветы, листья овощей, листья деревьев), в свежем виде предпочтительнее, чем в засушенном. 20% по SAB составляют семена, со сбалансированным содержанием фосфора и кальция: анис, тмин, сельдерей, чиа, чина посевная, горошек посевной, льняное семя, конопляное семя, желтая горчица, подорожник, мак, рапс, кунжут, кориандр, укроп, фенхель, калинджи. Все зерновые и псевдозерновые семена (амарант, ячмень, гречневая крупа, просо, овсяное зерно, лебеда, пшеница) не подходят для дегу. Они содержат

очень мало кальция и много крахмала. В качестве дополнения в рацион дегу могут входить овощи (морковь, огурец, свекла, баклажан, перец, цветная капуста, кабачок, помидор). Важнейшим элементом в питании дегу является сено. Наилучшим считается злаковое. Такое сено наиболее питательно и содержит необходимые минеральные вещества – кальций и фосфор. В качестве добавки можно использовать сено из бобовых растений (люцерна, вика, клевер и т.д.). Также, в рацион необходимо добавлять витамин D, необходимый для здоровья костей и зубов.

Для питания дегу не подходят готовые корма для других животных. Следует также исключить сладкие фрукты (в том числе «несладкие» яблоки) и орехи, если не стоит задачи формирования сахарного диабета и сопутствующих ему заболеваний. Кроме этого, дегу являются копрофагами. За суточный период они съедают около 38% фекалий, преимущественно в ночное время.

В естественных условиях дегу получают воду из потребляемой пищи. В условиях лаборатории воду необходимо давать *ad libitum*. Исследования Мичиганского университета показали, что взрослые животные потребляют около 23 мл воды в сутки [8].

Содержание дегу, как и других видов лабораторных животных в условиях экспериментального вивария и питомника должно соответствовать ветеринарно-санитарным требованиям и нормам [4]. Очень важно соблюдать режим дня для дегу – 12:12 часов (день/ночь) и поддерживать постоянство условий окружающей среды (температура воздуха = 20° С±2°С, влажность воздуха ≈30-60%). Животные тяжело переносят высокую температуру и могут страдать от потери жидкости в следствие перегревания, что связано со слабой способностью к терморегуляции [8].

Беременность у дегу относительно длительная и продолжается около 3 месяцев. Это обусловлено тем, что малыши рождаются с необычно высокой степе-

ню развития. В помете, как правило, бывает от 1 до 12 детенышей. Дегу рождаются с открытыми глазами и ушами, шерстью и подшерстком, зубами. Сенсорные системы новорожденных настолько развиты, что они могут реагировать на знакомые и новые стимулы окружающей среды уже от рождения. Дегу могут ходить уже через 3-4 часа после рождения, сидеть на корточках, вставать в вертикальное положение и издавать звуки.

Отлучение потомства от матери возможно через 6-7 недель. До этого времени самка вскармливает детенышей молоком. После третьей недели жизни постепенно можно включать в рацион детенышей твердую пищу. Во время процесса отлучения происходит постепенная замена ферментов лактазы (использующихся для переваривания молока) на ферменты сахаразы (для переваривания твердой пищи). Этот процесс протекает очень медленно, поэтому крайне важно, чтобы детеныши питались материнским молоком минимум 3 недели.

Определенных рекомендаций по размерам клеток, для содержания дегу в лабораторных условиях, нет. Допускается использование как поликарбонатных, так и решетчатых клеток. До отъема потомства, животных следует содержать в просторных высоких клетках, насколько позволяет пространство. После, животных можно содержать в клетках поменьше, по 2-3 сиблинга одного пола [8]. В качестве подстилки рекомендуется использовать кукурузные гранулы. Также, в клетке дегу необходимы домик, где животные могли бы прятаться и материал для устройства «гнезда»: лоскутки ткани, мелкие веточки, солома. Для реализации двигательной активности необходимо поставить беговое колесо.

Использование дегу как биологической тест-системы подразумевает контакт с животным при выполнении различных манипуляций. Существует ряд особенностей в работе с этим видом лабораторных животных.

При осмотре дегу не следует брать за хвост. Животное вывернется и в руках

оставит участок хвоста (рис.1), причем ровно от места захвата. Эта природная адаптация к защите от многочисленных хищников сходна с адаптацией некоторых рептилий, однако, в отличие от них, хвост дегу останется обрубком. Животное нужно брать «зачерпывая» двумя руками или с помощью совка. Для осмотра животного наиболее удобным будет использование совка или иного приспособления с прозрачной поверхностью (рис.2).

Дегу ведут себя беспокойно, когда у них под ногами нет твердой поверхно-



Рис.1 Поврежденный кончик хвоста дегу

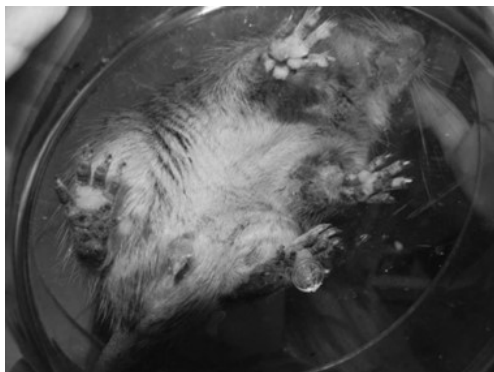


Рис.2 Осмотр дегу

Для идентификации животных лучше всего подойдут следующие методы: чипирование, тату или перфорация

ушных раковин [3]. Подкожные инъекции осуществляются в складку в области холки животного. Для проведения внутрибрюшинных инъекций животное берет за задние лапы и приподнимает таким образом, чтобы передние лапы оставались на твердой поверхности или цеплялись за решетку клетки. Для облегчения работы с данным видом животных используют удерживающие устройства: трубы из оргстекла, в которых животное не может свободно переворачиваться; мелкосетчатые решетки для частичной изоляции животных внутри клетки, а также инъекционные или ингаляционные анестетики. Для эвтаназии дегу используют CO₂-камеру или введение высоких доз анестетика [2].

Зоотехнические характеристики этих животных являются благоприятными для использования в лабораторных целях. Продолжительность жизни позволяет проводить длительные исследования. Основные зоотехнические показатели дегу, в сравнении с другими животными, представлены в таблице 1.

Кровеносная система дегу сходна по строению с морскими свинками. У них имеется чревобрыжеечный ствол, который начинается около аортального отверстия диафрагмы и дает начало чревной и краниальной брыжеечной артерий. После отхождения обычных ветвей чревной артерии остается краниальная брыжеечная артерия. Чревобрыжеечный ствол отсутствует у белкообразных (*Sciuromorpha*) грызунов и, в отличие от них, у морских свинок и дегу есть краниальная брюшная артерия, которая снабжает кровью поперечные и косые мышцы живота. Сердце дегу клиновидное, находится в грудной полости, между легкими, больше смещено влево от средней линии с образованием сердечной вырезки на вентральном крае левого легкого [1].

В таблице 2 представлены показатели биохимического и клинического анализов крови дегу, полученные исследователями Мичиганского университета [11].

Таблица 1
Сравнительные зоотехнические характеристики разных видов лабораторных животных

Параметр/Вид	Дегу	Хомяки	Кролики	Морские свинки	Крысы	Мыши
Продолжительность жизни (годы)	6-8	2-3	5-7	4-6	2-3	1-2,5
Вес взрослых самцов (г)	170-300	30-50	2500-3500	550-1200	200-400	20-35
Вес взрослых самок (г)	170-210	30-40	2500-3500	450-900	180-250	20-35
Вес при рождении (г)	14	1,5-2,5	40-60	90-120	5-6	1-1,5
Продолжительность беременности (дни)	90-95	16-19	28-35	59-72	21-23	19-21
Средний размер помета (число голов)	1-12	6-12	3-12	1-2	11	6
Ректальная температура (°С)	37,9	38-38,5	38,5-39,5	37,5-39,5	37-38	38,5 -39,5

Таблица 2
Показатели клинического и биохимического анализов крови

Показатели	Ювенильные	Взрослые
Лейкоциты ($\times 10^9$ /л)	2,0 - 12	3,5 - 14
Лейкоформула	Лимфоциты, %	33 - 85
	Моноциты, %	0,0 - 5
	Эозинофилы, %	0,0 - 8
	Базофилы, %	0,0 - 2,0
Эритроциты ($\times 10^{12}$ /л)	4,7 - 9	5,3 - 9,9
Гемоглобин, г/л	89 - 134	99 - 131
Гематокрит, %	32 - 51	37 - 50
Тромбоциты ($\times 10^9$ /л)	57 - 896	223 - 530
Аланинаминотрансфераза, МЕ/л	13 - 107	9,6 - 48
Аспаратаминотрансфераза, МЕ/л	10 - 193	19 - 138
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	168 - 1078	41 - 106
Лактатдегидрогеназа, ЕД/л	35 - 1934	313 - 894
Мочевина, ммоль/л	11 - 22	6,6 - 15
Креатинин, мкмоль/л	34 - 87	30 - 77
Холестерин, ммоль/л	1,8 - 4,9	1,2 - 2,7
Триглицериды, ммоль/л	0,01 - 4,5	0,44 - 4,9
Общий билирубин, мкмоль/л	0,9 - 5,4	0,9 - 5,40
Глюкоза, ммоль/л	5,6 - 14	5,4 - 13
Кальций, ммоль/л	2,7 - 3,7	2,01 - 2,96
Натрий, ммоль/л	132 - 157	123 - 151
Калий, ммоль/л	2,9 - 8,1	3,1 - 4,7
Общий белок, г/л	47 - 74	46- 78
Альбумины, г/л	29 - 35	19 - 45
Глобулины, г/л	13 - 53	17 - 48
Отношение альбумины/глобулины	0,66 - 2,50	0,40 - 2,58

В показателях биохимического и гематологического анализа крови дегу наблюдаются некоторые отличия от человеческих данных. Так у дегу наблюдается склонность к эозинофилии, количество этих клеток у дегу в норме может составлять до 12%, в то время как у человека эта величина не должна превышать 5%. Также есть некоторые различия в количестве тромбоцитов: у дегу, верхняя граница нормы до 530×10^9 кл/л, у человека эта величина не должна превышать 360×10^9 кл/л. Остальной клеточный состав крови существенных отличий от человека не имеет. Дегу имеют в норме широкий диапазон активности лактатдегидрогеназы, в то время, как у человека он существенно уже. Уровень триглицеридов в плазме крови у дегу в норме может достигать 4,9 ммоль/л, у человека верхний предел по этому показателю составляет не более 1,7 ммоль/л. Уровень билирубина у человека может колебаться в широком диапазоне от 1,1 до 18,8 мкмоль/л, у дегу отмечены колебания от 0,9 до 5,4 мкмоль/л, что, вероятно, напрямую связано с их рациональным питанием. Наиболее выраженные отличия в биохимическом профиле дегу отмечены для уровня глюкозы крови. Для человека этот показатель в норме не должен превышать 5,5 ммоль/л, у дегу уровень глюкозы находится в диапазоне 5,4-13 ммоль/л, что, вероятно, связано с пониженным содержанием инсулиновых рецепторов [6].

Первые статьи, посвященные дегу, появились в 50-60-х годах 20 века. В них были описаны различного рода паразитарные заболевания дегу: *Echinococcus granulosus*, *Toxoplasma gondii*, *Linguatula serrata* и др [7].

С 1970х гг. активно изучались физиология, гистология, онтогенез, эмбриогенез, поведенческие особенности, генетика дегу, большое внимание уделено исследованиям отделов головного мозга. Уделялось особое внимание изучению связи заботы о потомстве с развитием отделов головного мозга, роли запахов в жизни дегу и другим физиологическим процессам.

На сегодняшний день дегу получают все большую популярность в качестве животных для биомедицинских исследований. Распространенность применения дегу в лабораторной практике растет с каждым годом, перечень основных исследований представлен в таблице 3.

С 1990 года началось активное изучение сахарного диабета на дегу, как на животных с природной предрасположенностью к этому заболеванию.

Низкая метаболическая активность и пониженное содержание инсулиновых рецепторов стали причиной природной нечувствительности дегу к инсулину (инсулинрезистентность). Видовая непереносимость глюкозы связана с различиями в биологической активности инсулина (у дегу активность инсулина составляет от 1 до 10% в отличие от других млекопитающих) и общей функциональной недостаточности их поджелудочной железы. Как и у человека, у дегу развивается амилоидоз и гиперплазия островков Лангерганса, что характерно для сахарного диабета II типа и инсулиномы.

Сахарный диабет редко развивается у дегу в их естественной среде обитания. Это связано с их естественным рационом (пища с низким содержанием углеводов и богатая протеинами). В лабораторных условиях даже небольшие изменения в потреблении углеводов приводят к развитию постоянной гипергликемии и гликозурии.

Способ развития сахарного диабета у дегу в лабораторных условиях довольно простой – достаточно свести к минимуму пищевое разнообразие и ввести большое количество сладких фруктов в рацион. Кроме этого, ускорить процесс можно путем введения стрептозотоцина [5].

Также этих животных используют для изучения роли ангиотензина при диабетическом сахарном диабете [5].

Еще одним интересным заболеванием, сопряженным с сахарным диабетом, является катаракта. Дегу имеют физиологически увеличенную деятельность редуказы альдостерона в хрусталике. Этот фермент превращает глюкозу в сор-

Таблица 3

Распространенность использования дегу в биомедицинских исследованиях

Модель/ патология	Ссылка	
	Автор	Год
Сахарный диабет и катаракта	Ardiles A. et al.	2013
	Hellman U. et al, Nishi M., Steiner D.F.	1990
	Wright J.W. et al.	1984, 1987
	Varma S.D. et al.	1977
	Worgul B.V., Rothstein H.	1975
Атеросклероз	Tannock L.R., King V.L., Homan R. et al.	2010
Болезнь Альцгей- мера	Steffen J. et al, Rivera D.S., Bozinovic F.	2016
	Roychaudhuri R. et al	2015
	Braidly N. et al	2015, 2012
	Inestrosa N.C. et al	2015, 2005
	Ríos J.A. et al	2014
	Ardiles A. et al, Tarragon E. et al	2013
Инфекционные заболевания	Chacón F. et al	2016
	Botto-Mahan C. et al	2015
	Campos R. et al	2007
	Boralevi F. et al	2003
	Miles M.A. et al	1984
	Apt B.W. et al	1978
	Babero B.B., Cattani P.E.	1975
	Alvarez V.	1960
	Neghme A. et al.	1956
	Christen R., Thiermann E.	1953
Изучение разви- тия плаценты	Mess A. et al, Bosco C., et al.	2007
Циркадные рит- мы	Governale M.M.	2001
	Goel N., Lee T.M.	1996, 1995

бит, который увеличивает осмотическое давление и приток воды в хрусталике, а при высокой концентрации глюкозы приводит к катаракте. В лабораторных условиях для формирования модели катаракты у дегу можно использовать животных со стрептозотоцин-индуцированным диабетом [8, 7].

В 2010 и 2012 годах проводились исследования атеросклероза на *Octodon degus*. У дегу сходный с человеком метаболизм липопротеинов, последние данные показывают, что у дегу может развиться атеросклероз при потреблении

пищи с высоким содержанием холестерина за 16 недель (таблица 4) [10].

С 2005 дегу стали объектом изучения болезни Альцгеймера. Патологические признаки болезни Альцгеймера у дегу основаны на высокой гомологии (97%) с бета-амилоидами человека. В возрасте около 3-4 лет наблюдается запасание бета-амилоидов в стенках кровеносных сосудов у 80% животных от общей популяции, затем, в возрасте 6 лет, происходит запасание бета-амилоидов в гиппокампе. Кроме этого, у дегу «в возрасте» наблюдается внутриклеточное накопление тау-протеина и убиквитина,

сильный астроцитарный ответ и высокое содержание ацетилхолинэстеразы в пирамидальных нейронах, что является признаками развития спорадической болезни Альцгеймера [6]. Таким образом, можно говорить, о том, что у дегу развивается болезнь Альцгеймера, что находит свое отражение в трех патогномоничных признаках этого заболевания.

В 2012 году группой ученых университета Вальпараисо были предложены и проведены поведенческие тесты на дегу разного возраста, для выявления признаков болезни Альцгеймера. С помощью тестов анализировали кратковременную память (через распознавание объектов) и пространственную память.

Кратковременную память оценивали при помощи открытого поля. Каждый тест состоял из трех этапов по 180 секунд:

«Осваивание». В установку помещали пару идентичных объектов (например, небольшие кубики), которые исследовало животное.

«Задержка». Животное удаляли из установки, объекты очищали и один из них заменяли на иной, отличающийся по форме и размеру, таким образом, в установке оставался один знакомый объект (FO – familiar object) и один новый объект (NO – novel object).

«Узнавание». Животное помещали обратно в установку, где находилась пара различных объектов. Регистрировали общее количество посещений объектов, время до первого посещения любого объекта, время исследования нового объекта (NO), время исследования знакомого объекта (FO) и общее время изучения объектов. По полученным результатам рассчитывали индекс предпочтения (PI – preference index) по формуле: $PI = NO / (NO + FO)$.

В норме, животное должно тратить больше времени на изучение незнакомого объекта.

Работу пространственной памяти оценивали при помощи Т-образного лабиринта, с использованием тренировочного протокола поиска «вознаграждения» в течение 12 дней. Каждая сессия состоит

из 10 испытаний, каждое из которых разделено, в свою очередь, на 3 этапа по 60 секунд:

1. «Вынужденный выбор». Животное помещали в Т-образный лабиринт, где один рукав был закрыт перегородкой, а в открытом рукаве не было поощрения.

2. «Запоминание». Животное помещали в лабиринт, где, закрытый на первом этапе, рукав был открыт. При посещении этого рукава животное получало поощрение в виде семян подсолнечника.

3. «Свободный выбор». На данном этапе оба рукава были открыты. При помещении в лабиринт корректным поведением животного считали посещение рукава, закрытого на первом этапе, где животное получало «вознаграждение». На данном этапе регистрировали время (сек) перед первым заходом в рукав с «вознаграждением» и после количество посещений этого рукава [6].

Дегу интересны для изучения инфекционных заболеваний. На грызунах, в том числе и дегу, изучалась гельминтофауна Чили. Активно изучается эпидемиология болезни Шагаса (Чагаса), возбудителями которой являются *Trypanosoma cruzi* и волчанкоподобной инфекции, индуцированной *Trichophyton mentagrophytes*, так как дегу являются переносчиками данных возбудителей. Кроме того, будучи домашними животными, они могут представлять угрозу заражения человека [7].

Плацентарная недостаточность остается одним из самых распространенных осложнений беременности. Это состояние развивается примерно у 24% будущих мам. При привычной потере беременности плацентарная недостаточность встречается в 50-77% случаев. Для экспериментального изучения этой проблемы и путей ее решения используют лабораторных животных. Плацента дегу, также как и плацента человека, является гемохориальной с одним синцитиальным слоем трофобласта, т.е. они принадлежат к одному типу и имеют одинаковое строение плацентарного барьера.

Таблица 4

Показатели липидного и углеводного обмена у дегу при сбалансированном питании и питании с высоким содержанием холестерина и пальмового масла на протяжении 16 недель

Показатели	Сбалансированное питание		Питание с высоким содержанием холестерина и пальмового масла	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы
Общий холестерин (ммоль/л)	5,1±0,3	5,3±0,5	23±3	27±3
Свободный холестерин (ммоль/л)	1,1±0,1	1,1±0,3	4,3±0,6	5,1±0,7
Эфиры холестерина (мг/дл)	156±10	161±15	717±78	843±100
Триглицериды (ммоль/л)	1±0,1	1,4±0,25	0,5±0,11	0,6±0,1
Фосфолипиды (мг/дл)	253±18	250±20	364±27	455±28
Глюкоза (ммоль/л)	13±1	16±2	12±0,6	13±0,4

Несмотря на имеющиеся структурные отличия между плацентами человека и дегу, связанные с характером материнского кровообращения, дегу используют в качестве объекта для исследования закономерностей морфогенеза и воздействия различных факторов на плаценту.

Изучение циркадных ритмов (ритмов день/ночь) на дегу связано с тем, что они имеют сходную с человеком суточную активность и температурный режим, включая разницу в индивидуальной активности и по половому признаку. Эти исследования включают оценку сна, влияние социальной активности, стресса, гормонов на восстановление фазовых сдвигов циклов дня и ночи, известное как «джетлаг» (Jet-lag) или синдром смены часового пояса [8].

Кроме перечисленных заболеваний, дегу также могут быть использованы и при моделировании других патологий. Так при сравнительном изучении обмена веществ дегу и крыс линии Wistar обнаружилась высокая толерантность дегу к морфину. Это было связано с тем, что содержание микросомальных ферментов и цитохрома P-450 у дегу оказалось в 4 раза выше, чем у крыс [12]. Эта особенность дегу может быть использована при изучении механизмов выработки привыкания к различным наркотическим средствам, при изучении лекарственных

средств, направленных на лечение наркотической зависимости, а также изучения метаболизма лекарственных средств с участием микросомальной системы печени.

The laboratory animals: Degu (Octodon Degus Molina, 1782)

E. Gaidai, M. Makarova

ABSTRACT

The review is devoted to degus and possibilities of their use in preclinical studies. The degu, *Octodon Degus*, a hystricomorph rodent inhabiting the arid zone of the Andes, Chile and Peru. These animals are kept as pets and widely used in laboratory research.

Interest in degus, as laboratory animals, appropriate zootechnical characteristics, some anatomical and physiological features, and their uniqueness in the development of some pathological conditions similar to the pathogenesis of human diseases.

In the second half of the 20th century appeared the first article on degus, which have been described in parasitic diseases of these rodents. Today degus are becoming more popular as animals for biomedical research. Intolerance to sugar of these animals makes them an attractive animal model to study the pathophysiology of diabetes mellitus and the impact of new pharmaceutical substances on the development of this disease. It should be noted that this species demonstrates the development of diabetes of

the 2nd type that is very difficult to achieve on other models.

In the *Octodon degus* contains microsomal enzymes and cytochrome P-450 is 4 times higher than rats which makes them curious to study systems of liver detoxification.

Also *degus* are used as models of Alzheimer's disease, which is associated with the formation of three pathognomonic signs of this disease at 3-4 year of age.

All these qualities make perspective *degu* as laboratory animals in pharmacological research.

ЛИТЕРАТУРА

1.Петренко Е.В. Сравнительная анатомия желудка у человека и грызунов / Е.В. Петренко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. -2016. -№ 3-2. -С.255-258.

2.Рыбакова, А.В. Методы эвтаназии лабораторных животных в соответствии с европейской директивой 2010/63 / А.В. Рыбакова, М.Н. Макарова // Международный вестник ветеринарии. -2015. -№2. -С. 96-107.

3.Рыбакова, А.В. Маркировка и идентификация лабораторных животных для проведения научно-исследовательских работ / А.В. Рыбакова, М.Н. Макарова // Международный вестник ветеринарии. -2014. -№ 4. -С. 81-90.

4.Рыбакова, А.В. Санитарный контроль экспериментальных клиник (вивариев) в соответствии с локальными и международными требованиями / А.В. Рыбакова, М.Н. Макарова // Международный вестник ветеринарии. -2015. -№4. -С. 81-89.

5.Ardiles A. *Octodon degus* (Molina 1782): A model in comparative biology and biomedicine // Cold Spring Harb. Protoc. -2013. -Vol.4. -P.312-318.

6.Ardiles A.O. Postsynaptic dysfunction is associated with spatial and object recognition memory loss in a natural model of Alzheimer's disease / Ardiles A.O., C.C. Tapiar Rojas, M. Mandal, F. Alexandre, A. Kirkwood, N.C. Inestrosa, A.G. Palacios // PNAS. -2012. -Vol.129. -№34. -13835-13840.

7.Babero B.B. The helminth fauna of Chile: III. Parasites of the *degu* rodent, *Octodon*

УДК 599.731.1:591.491.2:57.082.2

ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОДЕРЖАНИЯ КАРЛИКОВЫХ СВИНЕЙ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ВИВАРИЯХ

Рыбакова А.В. – к.вет.н., Макарова М.Н. – д.м.н.
ЗАО «НПО ДОМ ФАРМАЦИИ»

Ключевые слова: Карликовые свиньи, надлежащее содержание животных, благополучие. **Key words:** mini-pigs, suitable maintenance of animals, welfare.



РЕФЕРАТ

Использование в доклинических исследованиях карликовых свинок, в качестве биологической тест-системы для токсикологических и специфических исследований широко распространено в Европе. В России лишь немногие организации используют карликовых свинок для биомедицинских исследований в связи с рядом сложностей в содержании и особенностей самого вида животных.

Содержание карликовых свинок требует наличия специального оснащенного вивария, обученного персонала, специализированных программ по уходу, лечебно-профилактических мероприятий. Типы, размеры вивариев для карликовых свинок, системы содержания, номенклатуры и виды отдельных зданий и сооружений следует

учитывать в зависимости от намечаемого направления и специализации вивария, нали-