

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Алейник Станислав Николаевич

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.11.2021 08:38:50

Уникальный идентификатор:

5258223550ea9fbeb23726a1609b644b33d8986ab6355891f288f013a135f1faa

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬКОГО ХОЗЯЙСТВА

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АГРАРНЫЙ

УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Я. ГОРИНА»

Н.А. СЛЕСАРЕНКО, Р.Ф. КАПУСТИН

ДИАГНОСТИКА БОЛЕЗНЕЙ И ТЕРАПИЯ ЖИВОТНЫХ, ПАТОЛОГИЯ, ОНКОЛОГИЯ И МОРФОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Учебное пособие для самостоятельной работы по направлению
подготовки 36.06.01 – «Ветеринария и зоотехния», направленность
(профиль) - диагностика болезней и терапия животных, патология,
онкология и морфология животных

Часть 1

МАЙСКИЙ
2017

УДК 619:616-07/08:616.006:591.2:591.4

ББК 48.7

С 20

Слесаренко Н.А. Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных: Учебное пособие для самостоятельной работы по направлению подготовки 36.06.01 – «Ветеринария и зоотехния», направленность (профиль) - диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных / Н.А. Слесаренко, Р.Ф. Капустин. - Майский: БГАУ, 2017. – Ч. 1. - 186 с.

Рецензент: доктор ветеринарных наук, профессор Е.Г. Яковлева (ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина»)

Учебное пособие по направлению подготовки 36.06.01 – «Ветеринария и зоотехния», направленность (профиль) - диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных ориентирует на самостоятельную работу в приобретении и проверке знаний, оно не ставит целью повторять или заменять содержание основных учебников, практикумов, монографий, а акцентируют внимание на контроле и самоконтроле знаний с целью углубленного изучения теоретических и методологических основ исследования в диагностике болезней и терапии животных, патологии, онкологии и морфологии животных для овладения методологией научного познания; формирования профессиональной готовности к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; формирования умений и навыков использования средств современных информационных и коммуникационных технологий в научно-исследовательской и педагогической деятельности; овладение общенаучными методами научного анализа.

© Слесаренко Н.А., Капустин Р.Ф., 2017

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

Задачами освоения дисциплины «Научный семинар по диагностике болезней и терапии животных, патологии, онкологии и морфологии животных» являются овладение методологией научного познания; формирование профессиональной готовности к самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; формирование умений и навыков использования средств современных информационных и коммуникационных технологий в научно-исследовательской и педагогической деятельности; овладение общенаучными методами научного анализа. В то же время, согласно формулы специальности 06.02.01 – «Диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных - область науки, изучающая общие и частные вопросы ветеринарной нозологии клинической ветеринарии, механизмы возникновения, течения и исходы болезней, этиологию, пато- и морфогенез незаразных, инфекционных, инвазионных, онкологических болезней животных, разрабатывающая на этой основе принципы и методы диагностики, лечения, профилактики, организационные меры борьбы с ними. Значение специальности для народного хозяйства состоит в решении актуальных проблем обеспечения ветеринарного благополучия и продуктивности животных.

Учитывая это, данное учебное пособие не ставит целью повторять или заменять содержание основных учебников, практикумов, а акцентируют внимание на контроле и самоконтроле знаний, также приводится перечень вопросов по каждой теме и итоговой самопроверки знаний, имеется краткий словарь терминов, который способствует осмысленному овладению терминологией и помогает быстро ориентироваться в изучаемом материале, приложения как образец реализации конкретной научно-исследовательской задачи и ситуативного анализа. Приводимые ниже вопросы предназначены для самоконтроля усвоения материала. Ведь самостоятельная работа аспирант включает в себя не только учебную познавательную деятельность, осуществляемую во внеаудиторное время, но их работу во время лекций, практических занятий. Основу самостоятельной работы составляет упорядоченная динамическая система приемов чтения, прослушивания, наблюдения, осмысления, обобщения, систематизации, конспектирования, запоминания и воспроизведения учебного материала. Самостоятельная работа проявляется при этом в таких формах, как репродуктивная, познавательно-поисковая, творческая.

Авторы с радостью примут замечания и пожелания читателей по электронному адресу romankapustin@mail.ru.

САМОКОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

Раздел 1 Анатомия животных.

1. Понятие об организме, его составляющих.
2. Уровни организации организма.

3. Основные законы развития организма.
4. Фило- и онтогенез.
5. Классификация систем, составляющих организм (анализ систем).
6. Методология анатомии.
7. Современные методы анатомического исследования.
8. Анатомо-функциональная характеристика строения и развития опорно-двигательного аппарата.
9. Скелет, его строение и функции.
10. Кость как орган.
11. Остеогенез.
12. Факторы, влияющие на строение и развитие костей.
13. Видовые и возрастные особенности скелета.
14. Общая морфофункциональная характеристика соединений костей, фило- и онтогенез.
15. Строение суставов, их функциональная анатомия и классификация.
16. Мышечная система.
17. Мышца как орган.
18. Фило- и онтогенез мышц.
19. Общие закономерности и их строение и расположение.
20. Классификация мышц по происхождению, форме, расположению и внутренней структуре.
21. Вспомогательные приспособления мышц и их строение.
22. Общая морфофункциональная характеристика кожного покрова и его производных.
23. Фило- и онтогенез кожного покрова и его производных.
24. Факторы, влияющие на особенности строения и развития кожи.
25. Анатомо-функциональная характеристика внутренних органов.
26. Значение внутренних органов в развитии и жизнедеятельности организма.
27. Общие закономерности строения и развития внутренностей, их классификация.
28. Полости тела, их развитие, строение серозных покровов и их производных.
29. Система органов пищеварения, анатомический состав, общие закономерности строения и развития дыхательного аппарата.
30. Анатомический состав мочеполового аппарата.
31. Морфофункциональная характеристика.
32. Фило- и онтогенез.
33. Возрастные особенности.
34. Интегрирующие системы организма.
35. Их морфофункциональная характеристика.
36. Сердечно-сосудистая система, анатомический состав.
37. Функциональная анатомия сердца и сосудов, кругов кровообращения.

38. Лимфатическая система, ее строение, функции, анатомический состав.

39. Органы кроветворения и иммунной защиты, их строение, значение, развитие.

40. Эндокринный аппарат, его строение, функции, развитие.

41. Нервная система, принцип строения, подразделение на отделы.

42. Строение и развитие соматической и вегетативной частей нервной системы, головного и спинного мозга.

43. Спинномозговые и черепные нервы.

44. Фило- и онтогенез нервной системы.

45. Функциональная анатомия органов чувств. Их строение и развитие.

46. Онто- и филогенез органов чувств.

Раздел 2. Цитология, гистология и эмбриология.

1. Цитология, гистология и эмбриология и их место в системе фундаментальных и прикладных наук.

2. История развития цитологии, гистологии и эмбриологии и значение этих наук в становлении материалистической биологии, медицины и ветеринарии.

3. Значение новых методов исследования в познании жизни на клеточном и субклеточном уровне.

4. Взаимосвязь филогенеза и онтогенеза.

5. История формирования и развития учения о клетке, основные положения о клеточной теории и её естественно научное значение.

6. Физико-химический состав клетки.

7. Субмикроскопическая и гистохимическая организация клетки, значение структурных элементов ее (цитоплазмы, ядра, цитомембран, лизосом, митохондрий и др.).

8. Жизненный цикл клетки и ее физиологические функции.

9. Эмбриология, предмет ее изучения.

10. Связь с другими ветеринарно-биологическими науками.

11. Половые клетки и их развитие.

12. Основные закономерности развития млекопитающих и птиц.

13. Развитие, строение и функциональное значение органов нервной системы, чувств, сердечно-сосудистой системы, органов кроветворения и иммунной защиты, эндокринной, пищеварительной, дыхательной, выделительной, репродуктивной систем и кожи.

Раздел 3. Патологическая анатомия

1. Патологическая анатомия, ее содержание, значение для развития ветеринарной науки и практики.

2. Связь патологической анатомии со смежными дисциплинами.

3. Исторические этапы развития патологической анатомии.

4. Теоретические и методические основы современной патологической анатомии. Клинико-анатомическое и экспериментальное направление современной патанатомии.

5. Методы патологической анатомии: вскрытие трупов животных и клинико-анатомический анализ, биопсия и ее значение для прижизненной диагностики и изучения патогенеза болезней.

6. Экспериментальное воспроизведение болезни как метод изучения морфогенеза и разработки способов лечебного воздействия на течение болезни.

7. Гистологическое, гистохимическое, люминесцентное, электронно-микроскопическое, иммуноморфологическое и автордиографическое исследования патологического материала.

8. Общая патологическая анатомия.

9. Учение о смерти.

10. Клинические признаки смерти.

11. Трупные изменения.

12. Отличие трупных изменений от патологических процессов.

13. Значение агональных и трупных изменений при патологоанатомической диагностике и в судебной ветеринарной медицине.

14. Ультраструктурная патология клетки.

15. Патология мембран клетки, рецепторного аппарата, цитоплазмы и ее органелл.

16. Виды и формы патологии ядра и его органелл.

17. Морфологические проявления нарушения обмена веществ в тканях.

18. Повреждения.

19. Взаимосвязь видов тканевого обмена и их нарушений.

20. Основные виды повреждения клеток, межклеточного вещества, тканей и органов.

21. Атрофия, физиологические и патологические атрофии и их отличие.

22. Классификация патологических атрофий, их морфологические признаки, исход и значение для организма.

23. Дистрофия, общие причины, механизмы, классификация и исходы дистрофических процессов.

24. Белковые дистрофии (диспротеинозы), сущность белковых дистрофий, их, классификация.

25. Паренхиматозные (внутриклеточные) диспротеинозы.

26. Смешанные диспротеинозы: а) нарушение обмена гликопротеидов; б) нарушение обмена хромопротеидов.

27. Эндогенные пигменты: гемоглобиногенные и ангемоглобиногенные пигменты.

28. Экзогенные пигментации; в) нарушение обмена нуклеопротеидов.

29. Жировые дистрофии.

30. Мезенхимальные и паренхиматозные жировые дистрофии.

31. Виды нарушения обмена нейтральных жиров, жировые инфильтрация и декомпозиция паренхиматозных органов.

32. Морфология нарушения холестерина обмена.

33. Углеводные дистрофии.

34. Нарушение содержания гликогена в тканях и органах, морфологическая и гистохимическая характеристика гликогена.

35. Сахарный диабет.

36. Гликогенозы.

37. Нарушение минерального обмена.

38. Нарушение обмена кальция, виды камней, их морфологическая характеристика, химический состав и значение для организма.

39. Апоптоз и некроз (отличие апоптоза от некроза, причины и морфогенез апоптоза и некроза, изменения ядра, цитоплазмы клеток и межклеточных структур).

40. Классификация некрозов (сухой, влажный, гангрена).

41. Морфологическая характеристика, исход и значение некроза и апоптоза для организма.

42. Нарушение крово-, лимфообращения и обмена тканевой жидкости.

43. Общие и местные расстройства кровообращения, их взаимосвязь (причины, классификация, морфологическая характеристика, исходы и значение для организма).

44. Расстройства лимфообразования и обмена тканевой жидкости, морфологическое проявление и значение для организма.

45. Морфологические проявления приспособительных и компенсаторных процессов.

46. Сущность приспособительных и компенсаторных процессов.

47. Гипертрофия и гиперплазия.

48. Регенерация. Регенерация отдельных тканей и органов на клеточном и ультраструктурных уровнях.

49. Заживление ран, организация, инкапсуляция.

50. Метаплазия и гистологическая аккомодация.

51. Трансплантация. Виды и формы трансплантации, ее значение для организма.

52. Воспаление. Биологическая сущность воспаления, проблемы местного и общего в патогенезе воспаления.

53. Причины воспаления, основные морфологические признаки, их взаимосвязь и взаимообусловленность.

54. Зависимость морфологического проявления и течения воспаления от характера патогенного раздражителя, анатомо-физиологических особенностей органов, иммунной реактивности организма и вида животных.

55. Морфологическая классификация воспаления.

56. Альтеративное, эксудативное и пролифератическое воспаление, их виды и морфологическая характеристика.

57. Острое и хроническое воспаление, исходы воспаления

58. Иммуноморфология и иммунопатология.
59. Морфология и функция иммунной системы.
60. Иммунокомпетентные клетки, их цитогенез и взаимодействие в иммуногенезе.
61. Развитие иммуноморфологических, иммунопатологических реакций (аллергия, иммунные дефициты, аутоиммунные процессы, трансплантационный иммунитет, иммунная толерантность).
62. Генетическая патология.
63. Пороки развития и уродства. Их виды, причины и морфологическая характеристика.
64. Частная (специальная) патологическая анатомия.
65. Понятие о нозологии и органопатологии, принципы единства местного и общего, значение этиологического фактора, резистентности организма и внешних условий в возникновении и морфологическом проявлении болезней.
66. Болезни сердечно-сосудистой системы и кроветворных органов.
67. Расширение сердца.
68. Эндокардиты, миокардиты и перикардиты.
69. Пороки сердца.
70. Атеро- и атеросклероз, эндоартериит, аневризмы, варикозы.
71. Лимфадениты.
72. Сплениты. Их виды, причины возникновения, патологоанатомическая характеристика и исходы.
73. Разрывы артерий и аорты.
74. Болезни органов дыхания.
75. Бронхопневмонии, их этиология, патоморфология, исход.
76. Особенности патоморфологии и течения бронхопневмоний в зависимости от этиологического агента, вида и возраста животных.
77. Пневмонии.
78. Альвеолярная и интерстициальная эмфизема.
79. Ателектазы.
80. Плевриты.
81. Болезни органов пищеварения.
82. Гастриты, энтериты и колиты.
83. Диареи новорожденных.
84. Язвенная болезнь.
85. Острая и хроническая тимпания рубца жвачных.
86. Травматический ретикулит и его осложнения.
87. Атония преджелудков.
88. Закупорка книжки.
89. Дистонии желудочно-кишечного тракта.
90. Жировая дистрофия печени крупного рогатого скота.
91. Токсическая дистрофия и циррозы печени.
92. Панкреатиты.

93. Перитониты.
94. Болезни органов мочеполовой системы.
95. Нефрозы. Этиология, патогенез и их патоморфология.
96. Гидронефроз и кисты почек.
97. Нефриты.
98. Уроциститы. Этиология, патогенез и их патоморфология.
99. Метриты.
100. Маститы.
101. Болезни нервной системы.
102. Менингиты, энцефалиты, невриты, миелиты. Их причины, морфология, значение для организма.
103. Болезни обмена веществ и эндокринных органов.
104. Алиментарная дистрофия.
105. Послеродовая гипокальциемия.
106. Кетозы и остеодинтрофии молочных коров, овец и коз.
107. Гипотрофия новорожденных.
108. Миоглобинурия лошадей.
109. Гиповитаминозы.
110. Микроэлементозы.
111. Патология эндокринных органов.
112. Патоморфология отравлений.
113. Общая характеристика патоморфологических изменений при отравлениях минеральными органическими и растительными ядами, диагностика отравлений.
114. Радиационная патология.
115. Патогенез и патоморфология лучевой болезни животных.
116. Патоморфология инфекционных болезней.
117. Общая клинико-морфологическая характеристика и классификация инфекционных болезней, патогенез местных и общих изменений и их диагностическое значение.
118. Особенности патоморфологических изменений при бактериальных, протозойных, вирусных инфекциях и микотических болезнях.
119. Смешанные инфекции.
120. Значение в течении и исходе инфекционных болезней иммунных и аллергических реакций.
121. Понятие о нозоморфозе.
122. Острые бактериальные инфекции.
123. Сепсис.
124. Сибирская язва.
125. Клостридиозы.
126. Рожа свиней.
127. Пастереллезы.
128. Сальмонеллезы.
129. Колибактериозы.

130. Дизентерия свиней.
131. Листерия.
132. Стрептококкозы.
133. Лептоспироз.
134. Хронические бактериальные инфекции.
135. Туберкулез, сепсис, бруцеллез, паратуберкулез, некробактериоз.
136. Вирусные инфекции.
137. Чума свиней (классическая и африканская), крупного рогатого скота и плотоядных.
138. Инфекционная анемия лошадей.
139. Болезнь Марека.
140. Болезнь Ауески.
141. Инфекционный энцефаломиелит лошадей.
142. Злокачественная катаральная горячка крупного рогатого скота.
143. Ящур.
144. Оспа.
145. Вирусная пневмония поросят.
146. Ринотрахеит крупного рогатого скота и плевропневмония коз.
147. Грипп млекопитающих.
148. Грипп и болезнь Ньюкасла птиц.
149. Инфекционный ларинготрахеит кур.
150. Респираторный микоплазмоз телят, поросят, кур.
151. Атрофический ринит свиней.
152. Вирусная диарея крупного рогатого скота.
153. Вирусные гастроэнтериты свиней.
154. Вирусные гепатиты.
155. Прионные болезни.
156. Патоморфология микозов и микотоксикозов.
157. Сущность микозов и микотоксикозов.
158. Патогенез, патоморфология и диагностика актиномикоза, аспергиллеза, мукомикоза, стахиботриотоксикоза, фузариотоксикоза.
159. Болезни, вызываемые простейшими и гельминтами.
160. Патогенез, патоморфология и диагностика пироплазмидозов (пироплазмоз, бабезиоз, тейлериоз, нуталиоз), эймериозов млекопитающих и птиц, токсоплазмоза, балантидиоза свиней, гельминтозов млекопитающих (аскаридозов, фасциолеза, эхинококкоза, финноза, трихинеллеза, диктиокаулеза, делафондиоза).

Раздел 4. Патологическая физиология

1. Содержание патологической физиологии животных.
2. Основные этапы развития патологической физиологии.
3. Ведущая роль отечественных учёных в создании патологической физиологии как фундаментальной науки и учебной дисциплины.
4. Эксперимент как основной метод патофизиологии.

5. Современные методики, используемые при проведении экспериментальных исследований.
6. Болезнь как диалектическое единство повреждения и защитно-приспособительных реакций организма животного.
7. Терминальные состояния.
8. Патофизиологические основы реанимации.
9. Принципы классификации болезней животных.
10. Значение изучения этиологии болезней для профилактики и лечения животных.
11. Роль причин и условий в возникновении болезней, их диалектическая связь.
12. Понятие о патогенезе.
13. Патогенетические факторы.
14. Причинно-следственные отношения в механизме возникновения и течения болезни.
15. Ведущие звенья патогенеза.
16. Основные механизмы развития болезни.
17. Роль нарушения нервной и гуморальной регуляции в развитии болезни.
18. Компенсаторные механизмы восстановления нарушенных функций и выздоровления.
19. Реактивность и резистентность организма, их роль в патологии.
20. Влияние внешних условий на реактивность и резистентность.
21. Виды реактивности, их механизмы.
22. Роль нервной системы в реактивности.
23. Реактивность и функции эндокринных желез.
24. Барьерные приспособления.
25. Фагоцитоз.
26. Роль наследственности, конституции и возраста в патологии.
27. Врожденные болезни - этиология, патогенез.
28. Микроциркуляция при артериальной и венозной гиперемии, ишемии.
29. Инфаркты ишемические, геморрагические и их исход.
30. Кровотечения, их классификация и механизм развития.
31. Компенсаторные реакции животного организма при кровотечении.
32. Эмболии экзо- и эндогенного происхождения, большого и малого кругов кровообращения. Последствия эмболии.
33. Воспаление. Основные компоненты воспалительного процесса.
34. Этиология воспаления.
35. Патогенез воспаления.
36. Обмен веществ, физико-химические изменения в очаге воспаления.
37. Механизмы процессов пролиферации.
38. Исход и классификация воспаления.
39. Взаимосвязь повреждения и защитно-приспособительных реакций в воспалительном процессе.

40. Определение и общая характеристика лихорадки.
41. Этиология лихорадки.
42. Патогенез лихорадки.
43. Обмен веществ при лихорадочном состоянии.
44. Виды лихорадок.
45. Типы лихорадочных реакций.
46. Зависимость развития лихорадки от реактивности организма.
47. Расстройства основного обмена.
48. Нарушение углеводного обмена.
49. Сахарный диабет.
50. Гипогликемия.
51. Нарушение обмена жиров.
52. Кетоз.
53. Жировая инфильтрация.
54. Ожирение.
55. Нарушение холестерина обмена.
56. Нарушение обмена фосфолипидов.
57. Нарушение белкового обмена.
58. Расстройства переваривания, всасывания, синтеза и распада белков.
59. Нарушение остаточного азота крови, обмена нуклеопротеидов, водного обмена.
60. Отек и водянка: причины, патогенез, классификация, последствия для организма.
61. Иммунный ответ на антигенное раздражение.
62. Неинфекционный и инфекционный иммунитет.
63. Иммунологическая толерантность.
64. Иммунодефицитные состояния: понятия, классификация.
65. Первичные и вторичные иммунодефициты.
66. Аллергия: понятие, этиология, патогенез.
67. Гиперчувствительность замедленного типа.
68. Анафилаксия.
69. Анафилактический шок, особенности проявления у разных видов животных.
70. Идиосинкразия.
71. Аллергические реакции в диагностике болезней животных.
72. Гиперчувствительность и замедленного типа.
73. Параллергия.
74. Аутоиммунные состояния, процессы, болезни.
75. Лимфопролиферативные болезни.

Раздел 5. Онкология

1. Онкология и лейкозология.
2. Онкология: содержание общей экспериментальной и сравнительной онкологии.
3. Теория происхождения опухолей.

4. М.А. Новинский - основоположник экспериментальной онкологии.
5. Основные биологические особенности опухолевого роста.
6. Автономность опухолевого роста, его морфофункциональное отличие от гиперпластического и регенеративного роста тканей.
7. Клинико-морфологическое проявление опухолевого роста, строение опухолей. Морфологический, функциональный, биохимический атипизмы опухолей.
8. Экспансивный и инфильтрирующий рост опухолей.
9. Понятие о прогрессии опухолей, номенклатура, принципы классификации опухолей.
10. Гистогенез опухолей.
11. Доброкачественные и злокачественные опухоли.
12. Молекулярные основы канцерогенеза.
13. Общие принципы и методы диагностики опухолей.
14. Клиническое проявление отдельных форм опухолей.
15. Противоопухолевой иммунитет.
16. Лейкозология.
17. Современные теории кроветворения и номенклатура клеток крови.
18. Стволовая клетка.
19. Понятие о гемобластозах и лейкозах.
20. Распространение лейкозов среди отдельных видов животных.
21. Классификация.
22. Этиология и патогенез лейкозов млекопитающих и птиц.
23. Роль наследственных и других факторов в возникновении лейкозов.
24. Биохимические изменения при лейкозах.
25. Иммунология, диагностика лейкозов.
26. Клинико-морфологическое проявление лейкозов у различных видов млекопитающих и птиц.
27. Патоморфология, дифференциальная диагностика гемобластозов.

Итоговый контроль

1. Общие и теоретические аспекты ветеринарной нозологии и патологии.
2. Вопросы клинической ветеринарии, принципы, методы и технологии обследования, общей, специальной и инструментальной диагностики болезней животных, частная синдроматика (кардио-, нейро-, гепато-, нефропатология, желудочно-кишечные, респираторные, репродуктивные расстройства).
3. Этиология, патогенез незаразных болезней, патологических и стрессовых состояний, патология обмена веществ у животных.
4. Принципы и методы общей и частной лекарственной, физиотерапии и профилактики незаразных болезней, научные основы диспансеризации продуктивных и мелких домашних животных.
5. Особенности клинических и патоморфологических проявлений, патогенез и семиотика инфекционных и инвазионных болезней животных, их значение для диагностики, дифференциальной диагностики и лечения.

6. Онкологические заболевания продуктивных и мелких домашних животных, этиология, онкогенез и морфология, разработка методов диагностики и дифференциальной диагностики, лечение новообразований.

7. Нарушения обмена веществ, защитно-приспособительные, иммуноморфологические и восстановительные реакции в развитии, течении и исходе болезней животных различной этиологии.

8. Иммуноморфологические и иммунопатологические процессы, причины и сущность иммунодефицитов, аутоиммунных механизмов, иммунологической толерантности в патологии животных различной этиологии.

9. Структура и функции клеток, тканей и органов животных, взаимосвязь функциональных, структурных и гистохимических изменений в норме и патологии. 10. Морфологические критерии оценки, обеспечивающие производство высококачественных продуктов животного происхождения для питания людей и предупреждение заболеваний зооантропонозами.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ*

АБДУКЦИЯ – отведение конечности в боковую сторону.

АГНОЗИЯ ВКУСОВАЯ - расстройство узнавания веществ по их вкусу

АГРАНУЛОЦИТ – лейкоцит, не содержащий в своей цитоплазме специфической зернистости (моноциты и лейкоциты).

АГРАНУЛЯРНЫЙ РЕТИКУЛУМ – тип эндоплазматического ретикулума в котором отсутствуют рибосомы; функция агранулярного ретикулума – синтез и депонирование гликогена, синтез липидов, триглицеридов и т.п. (кроме белков); имеются тканеспецифичные функции – детоксикация вредных веществ (агранулярный ретикулум гепатоцитов), запасание ионов кальция (агранулярный ретикулум поперечнополосатых мышц) и т.п.

АДАПТАЦИОННО-ТРОФИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ - функция симпатической нервной системы, обеспечивающая приспособление организма позвоночных животных к меняющимся условиям среды путем изменения уровня обмена веществ всех органов и тканей

АДАПТАЦИЯ ВКУСОВАЯ - снижение вкусовой чувствительности после воздействия какого-либо вещества

АДАПТАЦИЯ К ТОКСИЧЕСКОМУ ВЕЩЕСТВУ - адаптация организма к поступлению токсического вещества из окружающей среды

АДАПТАЦИЯ ЭНЗИМАТИЧЕСКАЯ - повышение активности определенного фермента в клетке под влиянием специфического внеклеточного вещества, обычно являющегося субстратом индуцируемого фермента

АДДУКЦИЯ – приведение конечностей к средней сагиттальной плоскости тела животного

АДИПСИЯ - мотивационное нарушение, сводящееся к отсутствию чувства жажды

АДРЕНЭРГИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА – совокупность постганглионарных вегетативных нервных волокон, окончания которых выделяют адреналин и норадреналин.

АДСОРБЦИЯ - поглощение вещества из газовой или жидкой среды поверхностным слоем адсорбента: твердого тела или жидкости

АЗОТИСТОЕ РАВНОВЕСИЕ - состояние азотистого обмена, при котором количество вводимого и выводимого азота одинаково

АЗОТИСТЫЙ БАЛАНС - разность между количеством азота, который попадает в организм с пищей, и количеством азота, выводимого из организма с мочой калом, потом; показатель уровня азотистого обмена организма

АЗОТИСТЫЙ ДЕФИЦИТ - состояние азотистого обмена, при котором количество азота, выводимого из организма, превышает количество азота, вводимого с пищей

АЗОТИСТЫЙ МИНИМУМ - наименьшее количество вводимого с пищей белка, при котором сохраняется азотистое равновесие

АЗОТИСТЫЙ ОБМЕН - совокупность всех процессов превращения белков и других азотсодержащих веществ в организме

АККОМОДАЦИЯ ГЛАЗА – приспособление глаза к видению на различных расстояниях.

АКРИДИН ОРАНЖЕВЫЙ (акридиновый оранжевый) краситель – флуорохром (флуоресцирует в ультрафиолетовом свете желтым цветом, максимально при 550 нм), используется для прижизненной окраски ядер и лизосом, при анализе биологических мембран, оранжевый акридин является мутагеном.

АКРОБЛАСТ – уплотненная гранула, которую продуцирует комплекс Гольджи, когда он продвигается к ядру. Он увеличивается в размере и в виде чехлика охватывает ядро сперматиды.

АКРОМИОН – дистальный конец ости лопатки, выступающий в сторону плеча.

АКРОСОМА – чехликообразная структура, окружающая переднюю часть головки спермия. Она состоит из наружной и внутренней акросомальной мембран, окружающих акросомальное содержимое с гидролитическими ферментами (гиалуронидазой, ариосульфатаза, акрозин), способствующими проникновению спермия через прозрачную зону яйца.

АКСОНЕМА (аксонемный комплекс) – элемент структуры жгутика, представляет собой цилиндр, составленный 9 парами микротрубочек, связанных между собой, в центре аксонемы находятся еще 2 микротрубочки (формула 9+2), реже 1, 3 и более.

АЛИМЕНТАРНЫЙ - связанный с питанием, пищей

АЛЛАНТОИС – плодная оболочка, развивающаяся из задней кишки зародыша, заполнена плодной мочой, размещается между хорионом и амнионом, окружая последний у плотоядных полностью, а у парнокопытных частично. С телом плода соединяется посредством тонкого протока – урахуса, содержит кровеносные сосуды, идущие к плаценте и от нее.

АМИЛАЗА - общее название ферментов класса гидролаз, катализирующих гидролиз крахмала, гликогена и родственных поли- и олигосахаридов путем расщепления гликозидных связей между первым и четвертым атомами углерода

АМИНОКИСЛОТЫ - органические соединения, аминопроизводные карбоновых кислот, являющиеся основным структурным материалом для биосинтеза белков и пептидов

АМИНОПЕПТИДАЗЫ - ферменты подкласса пептидгидролаз, отщепляющие в молекулах белков, пептидов и трипептидов свободные α -концевые остатки аминокислот.

АМНИОН – водная оболочка, внутренняя плодная оболочка, окружающая зародыш или плод в виде замкнутого пузыря, соединен с телом плода посредством пузырчатого канатика (который он охватывает снаружи) и заполнен амниотической жидкостью.

АМПУЛЛЯРНЫЕ ГРЕБЕШКИ – гребнеобразные возвышения ампуллярной стенки внутреннего уха, эпителий которых состоит из чувствительных волосковых клеток и из поддерживающих клеток, находящихся между первыми.

АМПЛИФИКАЦИЯ – процесс образования дополнительных копий участков хромосомной ДНК, как правило, содержащих определенные гены (при этом амплификация может быть связана с «выходом» этих участков из хромосомы) либо сегменты структурного гетерохроматина; для ряда генов амплификация является характерным событием, происходящим в онтогенезе, – например, для генов белков хориона дрозофил, для генов рРНК (наиболее отчетливо амплификация рДНК проявляется в ооцитах земноводных); амплификация может быть ответом клеток на селективное воздействие (например, при действии метотрексата); амплификация – один из механизмов активации онкогенов в процессе развития опухоли, например, онкогена N-туса при развитии нейробластомы (наиболее распространенная форма рака плотных тканей у детей); также амплификация – накопление копий определенной нуклеотидной последовательности во время полимеразной цепной реакции.

АМФИКАРИОН – ядро зиготы.

АНАЛИЗАТОР ВКУСОВОЙ - анализатор, обеспечивающий восприятие и анализ химических раздражителей при воздействии их на рецепторы языка и формирующий вкусовые ощущения

АНАЛИЗАТОРЫ – органы чувств, состоящие из воспринимающей части (рецептора), проводникового отдела, передающего возбуждение в центральную нервную систему, и высшего центра в коре большого мозга (термин И.П. Павлова).

АНАТОМИЧЕСКИЕ ПРЕПАРАТЫ – наглядные пособия, приготовленные из частей трупов с учебной или научной целью. В зависимости от способа приготовления и хранения анатомические препараты делят на сухие, пластинчатые, коррозионные и просветленные.

АНАТОМИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ – совокупность наименований анатомических образований, а также обозначений, определяющих эти образования в теле животных.

АННУЛА – ряд гранул, образующий симметричные структуры в просвете комплекса поры; аннула внутреннего слоя кариолеммы, вероятно, связаны с карิโอплазматическими рибонуклеопротеиновыми тяжами ядерного скелета.

АНОРЕКСИЯ - отсутствие аппетита при объективной потребности в питании

АПИКАЛЬНЫЙ – находящийся на вершине.

АПОПЛАСТИДИЯ – явление потери клеткой пластид в результате неравномерного (неэквивалентного) распределения пластид при клеточном делении; возникшие в результате апопластидии клетки, как правило, лишены пигмента.

АПОПТОЗ – процесс «запрограммированной» гибели клеток в процессе дифференцировки и преобразования тканей (в эмбриогенезе, при атрофии отдельных участков ткани и др.), морфологически апоптоз проявляется в клампинге хромосом, фрагментациях ядра, конденсации цитоплазмы и пузырьковидных вздутиях мембран; регуляция апоптоза осуществляется гормонами – он может быть индуцирован искусственно.

АПОФИЗ – вырост, участок кости, имеющий самостоятельную точку (точки) окостенения и не участвующий в образовании сустава.

АППАРАТ ГОЛЬДЖИ (внутриклеточный сетчатый аппарат, зона Гольджи, комплекс Гольджи, пластинчатый комплекс) - органелла клетки, представляющая собой высоко дифференцированную структуру, состоящую из собранных в стопки двойных мембран, плотно прилегающих друг к другу (диктиосом) в центре и образующих мешки, цистерны и ампулы по периферии, от которых отщепляются крупные и мелкие вакуоли

АППАРАТ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ - совокупность органов, имеющих различное строение и происхождение, которые в функциональном отношении объединены в единое образование обеспечивающее все этапы последовательной переработки пищи: прием, механическую и химическую переработку, транспортировку пищевых масс по пищеварительному каналу, всасывание питательных веществ и воды в кровь, а также удаление из организма не усвоившихся веществ в виде каловых масс

АППЕТИТ (аппетит пищевой) - ощущение, связанное со стремлением к потреблению пищи

АППЕТИТ ИЗБИРАТЕЛЬНЫЙ - стремление к выбору преимущественно определенной пищи в зависимости от исходных потребностей

АППЕТИТ ИЗВРАЩЕННЫЙ - стремление к употреблению в пищу несъедобных веществ

АППЕТИТНЫЙ СОК (запальный сок) - желудочный сок, выделяемый при виде пищи, при ощущении ее запаха и вкуса

АРТРОЛОГИЯ – учение о соединениях костей друг с другом. Вместе с остеологией и миологией артрология составляет раздел анатомии об опорно-

двигательном аппарате. Артрология подразделяется на общую и частную. Первая изучает различные типы соединений костей, классифицирует отдельные части суставов, вторая описывает частные формы соединений и сочленений между отдельными костями.

АССИМИЛЯЦИЯ - совокупность процессов создания живой материи

АУТОЛИЗ ИНДУЦИРОВАННЫЙ - индуцируемое организмом-ассимилятором аутолитическое расщепление нативных структур пищевого объекта, при котором под действием кислого желудочного сока происходит активация лизосомных ферментов пищевого объекта и создания для них действия оптимальных условий среды, включая рН

АФФЕРЕНТНЫЙ – передающий импульсы от сенсорно иннервируемых органов к центральной нервной системе или к нервному центру.

БАЗАЛЬНОЕ ТЕЛЫЦЕ – внутриклеточное образование диаметром около 0.15 мкм, сходное по структуре с центриолью; служит основанием жгутика (в сперматозоидах или ресничках) в клетках многоклеточных.

БАЗАЛЬНЫЙ – расположенный на основании.

БЕЛКИ (белок) - полимеры, состоящие из аминокислот, соединенных в определенной последовательности пептидной связью

БЕЛКИ ПРОСВЕТА ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО РЕТИКУЛУМА - группа различающихся по функциям водорастворимых белков, характеризующихся наличием на С-конце полипептидной цепи тетрапептида лизин – аспарагиновая кислота – глутаминовая кислота – лейцин, вероятно, обеспечивающего удержание белков в просвете эндоплазматического ретикулума; один из представителей белков просвета является протеиндисульфидизомераза.

БЕЛКОВОЕ ГОЛОДАНИЕ - состояние организма, обусловленное отсутствием или недостаточным содержанием в пище белков или же содержанием в пище белков малой биологической ценности (малого содержания незаменимых аминокислот)

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО - общее название органических соединений участвующих или способных участвовать в осуществлении каких-либо функций организма и обладающих высокой специфической активностью

БИОЛОГИЯ – наука (комплекс наук) об органической жизни.

БИОЛОГИЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ – отрасль естествознания, изучающая химические и физические основы явлений жизни на субклеточном, молекулярном и атомном уровнях.

БИОПСИЯ – прижизненное взятие кусочков тканей или органов для макро- и микроскопического исследования.

БЛАСТОДЕРМА – совокупность клеток, образующихся в результате неполного дробления яйца зародыша у многоклеточных животных на стадии бластулы.

БЛАСТОМЕР – клетка, образующаяся в процессе неполного дробления яйца у многоклеточных животных на стадии бластулы.

БЛАСТОПОР - первичный рот, отверстие, которым полость зародыша животного (на стадии гаструлы) сообщается с окружающей средой.

БЛАСТОЦЕЛЬ – полость многоклеточной бластулы, которая образуется в ходе процесса развития одноклеточной зиготы.

БЛАСТОЦИСТА - бластодермический пузырек, стадия развития млекопитающих животных в процессе дробления оплодотворенного яйца. Содержит зародышевый узелок, из которого образуется зародыш и его оболочки. Наружняя стенка бластоцисты образует трофобласт

БЛАСТУЛА – стадия развития зародыша многоклеточных животных в процессе бластуляции (заклывательного периода дробления яйца). Строение бластулы зависит от типа дробления, количества и распределения желтка в яйце.

БЛЕСТЯЩАЯ ЗОНА – гликопротеиновый слой толщиной в 3-5 мкм, окружающих первичный овоцит в растущем яичниковом фолликуле. Она пронизана канальцами, в которые проникают микроворсинки яйцеклетки.

БЛЕСТЯЩИЙ СЛОЙ ЭПИДЕРМИСА состоит из трех-четырёх рядов плоских клеток. Границы этих клеток видны плохо. Все тело клетки заполнено элеидином, который представляет собой расплавленный кератогиалин. В клетках обнаруживаются гликоген и капли жира, разлагающие ядра. Митохондрий в них мало, тонофибриллы становятся более рыхлыми и распадаются на плотные гранулы, которые сливаются.

БОЛЕЗНЬ – качественно новый процесс жизнедеятельности организма, возникающий под влиянием чрезвычайного раздражителя и проявляющийся в повреждении определенных физиологических аппаратов с одновременной мобилизацией защитно-адаптационных механизмов.

БУЛИМИЯ (кинорексия, «волчий голод») - патологическое, резко усиленное чувство голода

БУРСА – сумка.

ВАКУОЛЬ - внутриклеточная шаровидная полость, окруженная мембраной и содержащая жидкость (плотное вещество), или то и другое вместе.

ВЕГЕТАТИВНАЯ (или автономная нервная система) часть нервной системы, иннервирующая кровеносные и лимфатические сосуды, все внутренние органы, железы внутренней и внешней секреции, гладкую и скелетную мускулатуру.

ВЕЗИКУЛА - пузырьковидная структура, содержащая жидкость

ВЕРХНИЙ ПИЩЕВОДНЫЙ СФИНКТЕР - сфинктер, располагающийся в месте перехода глотки в пищевод

ВИБРИССЫ – чувствительные или синусные волоски, представляют собой элемент волосяного покрова млекопитающих, который из-за особенностей строения выполняет функцию восприятия колебаний давления таким образом сигнализирует о приближении животного к предметам.

ВИМЕНТИН – структурный белок, входящий в состав промежуточных микрофиламентов цитоскелета, характерных для мезенхимных клеток (предшественников мышечных и нервных тканей).

ВИТАМИНЫ - поступающие с пищей незаменимые вещества, необходимые для поддержания жизненных функций организма

ВИТЕЛЛОГЕНЕЗ - синтез и накопление желтка в развивающихся половых клетках самок (ооцитах) в период оогенеза. Вителлогенез начинается на относительно поздних стадиях оогенеза, к концу которого ооцит может увеличиваться в десятки тысяч раз.

ВКУС - ощущение, возникающее при действии какого-либо вещества на рецепторы, расположенные главным образом на поверхности языка, а также в слизистой оболочке ротовой полости

ВКУСОВАЯ ПОРА (вкусовое отверстие) - отверстие на поверхности сосочка языка, которым вкусовая почка сообщается с полостью рта

ВКУСОВАЯ ПОЧКА (вкусовая луковица, вкусовая чашка) - совокупность рецепторных и опорных клеток периферического отдела вкусовой сенсорной системы позвоночных

ВКУСОВАЯ РЕАКЦИЯ - реакция, направленная на анализ пищевых веществ с целью определения их биологической значимости

ВКУСОВОЙ КОНТРАСТ - обострение вкусовой чувствительности к какому-либо веществу после длительного воздействия другим веществом

ВКУСОВЫЕ РЕЦЕПТОРЫ - чувствительные клетки, расположенные в сосочках языка в слизистой оболочке полости рта, воспринимающие химические (вкусовые) свойства пищевых веществ

ВКУСОВЫЕ СОСОЧКИ - специализированные участки ротовой полости позвоночных, содержащие комплекс вкусовых луковиц

ВНЕЗАРОДЫШЕВЫЕ ОРГАНЫ - временные органы, получившие свое развитие в связи с адаптацией животных к новой среде обитания в процессе эволюции позвоночных. Они выполняют защитную, дыхательную и трофическую функции.

ВНЕШНЯЯ СЕКРЕЦИЯ - вид секреции, при котором секрет железы выделяется через протоки либо на поверхность кожи и слизистых оболочек, либо в полость (носоглотки, желудка, кишки и другое)

ВНУТРЕННЯЯ СЕКРЕЦИЯ - выделение специализированными клетками биологически активных веществ (гормонов) в межклеточное пространство и оттуда в кровь

ВОЗБУДИМОСТЬ ПИЩЕВАЯ - способность пищевого центра реагировать на изменения связанные с потреблением пищи, генерацией процесса возбуждения.

ВОЗБУЖДЕНИЕ ПИЩЕВОЕ - ответ пищеварительной системы на прием пищи изменением характера и интенсивности протекающих в организме процессов

ВОЛОС – роговое нитевидное производное кожи (эпидермиса) – млекопитающих животных; состоит из стержня, находящегося на поверхности кожи, и корня, погруженного в эпидермально-соединительный футляр – фолликул волоса. Корень заканчивается утолщением – луковицей волоса, содержащей соединительнотканый сосочек волоса. Луковица

совместно с сосочком обеспечивает рост волоса. Снаружи внутрь в волосе различают кутикулу, кору и мозговое вещество, или сердцевину. Мозговое вещество, которое отсутствует в тонких волосах, состоит из сморщенных ороговевающих кубических клеток, кора – из нескольких слоев плоских веретеновидных ороговевающих клеток, а кутикула – из одного слоя роговых чешуек, лишенных пигмента и ядер.

ВОРСИНКИ КИШЕЧНЫЕ - выступающие в полость выросты слизистой оболочки тонкой кишки некоторых классов позвоночных животных

ВСАСЫВАНИЕ - активный физиологический процесс проникновения веществ через клеточную мембрану в клетки, а из клетки - во внутреннюю среду организма

ВЫЙНАЯ СВЯЗКА – самое массивное связочное приспособление на позвоночном столбе, расположено в шейном отделе, построена из эластической ткани, состоит из двух частей – канатиковой и пластинчатой.

ВЫМЯ – молочные железы сельскохозяйственных животных. Относится к общему (кожному) покрову, иногда причисляют к системе органов размножения млекопитающих. У разных животных имеет различную форму, у жвачных и кобыл расположено в паховой области, между бедрами; у свиней и собак – симметрично, справа и слева от «белой линии» живота; у самцов рудиментарные молочные железы помещаются впереди мошонки.

ГАВЕРСОВА СИСТЕМА (остеон) – система костных пластинок, совокупность которых составляет средний слой компактного вещества кости, каждая гаверсова система состоит из 5-20 пластинок, вставленных одна в другую и расположенных вокруг сосудистого канала (гаверсова канала).

ГАЙМОРОВА ПОЛОСТЬ (верхнечелюстная пазуха) – образована верхнечелюстной, лобной и скуловой костями, лабиринтом решетчатой кости и носовой раковиной.

ГАМЕТА – половые клетки, сперматоциты и ооциты на всем протяжении их развития.

ГАМЕТОБЛАСТЫ – первичные половые клетки, которые являются родоначальниками половых клеток.

ГАМЕТОГЕНЕЗ – развитие половых клеток, начиная от спермато- и оогониев и кончая образованием спермиев и яиц. Гаметогенез разделяют на сперматогенез и оогенез.

ГАМЕТОГОНИЯ – слияние двух различающихся по полу гамет. Ядро их образует ядро зиготы.

ГАМЕТОЦИТЫ – половые клетки. По строению сходны с соматическими клетками, но зрелые клетки не способны делиться, так как в их ядрах содержится гаплоидный набор хромосом.

ГАНГЛИЙ – (или нервный узел) скопление нейроцитарных тел в периферической нервной системе (в нервах и нервных сплетениях).

ГАСТРИН - гормон, вырабатываемый в основном G-клетками антральной части желудка, а также двенадцатиперстной кишки, гастриновые

клетки которой морфологически и функционально отличаются от антральных.

ГАСТРОГРАФ - общее название приборов для графической регистрации деятельности желудка

ГАСТРОГРАФИЯ - общее название методов графической регистрации различных функций желудка: моторной, секреторной, эвакуаторной и других

ГАСТРОСКОПИЯ - метод исследования внутренней поверхности желудка с помощью специального прибора - гастроскопа, вводимого через рот и пищевод в полость желудка

ГАСТРОСТОМИЯ - операция создания искусственного наружного свища желудка

ГАСТРОЦЕЛЬ - полость, образующаяся в зародыше многоклеточных животных на стадии гастролы. В дальнейшем становится полостью кишечника.

ГАСТРОЦИТ - клетка желудка

ГАСТРО-ЭНТЕРАЛЬНЫЙ РЕФЛЕКС - возникновение или усиление сократительной активности тонкой и проксимальных отделов толстой кишки в ответ на искусственное раздражение механорецепторов желудка или наполнение его пищей

ГАСТРУЛА – стадия зародышевого развития многоклеточных животных, следующая за бластулой. Гастрюла имеет двух-, затем трехслойную стенку и полость (гастроцель), обычно сообщающаяся с наружной средой бластопором.

ГАСТРУЛЯЦИЯ – закладка осевых органов – дифференциация. В процессе деления, роста, дифференцировки бластулы образуется сначала двух-, а затем трехслойный зародыш. Его слоями являются: эктодерма, мезодерма, энтодерма.

ГАУСТРЫ - циркулярные выпячивания стенки ободочной кишки

ГЕМАТО-ГЕПАТИЧЕСКИЙ БАРЬЕР определяет относительное постоянство состава и свойств внутренней непосредственной среды печени

ГЕНЕРАТИВНОЕ ЯДРО – продукт деления первичного ядра в пыльцевом зерне у покрытосеменных (за исключением злаковых), оно обычно делится на два ядра в пыльцевой трубке, противопоставляется вегетативному ядру, которое не делится.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ – информация, которую несут половые хромосомы, которая определяет признаки организма. От остальных хромосом они отличаются большим содержанием гетерохроматина, размерами и строением.

ГЕТЕРОТРОФЫ - организмы, не способные синтезировать необходимые питательные вещества из неорганических соединений

ГИСТОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ позволяют определить химическую природу составных элементов клеток и межклеточного вещества тканей животных организмов. В основе этих методов лежит использование специфических и химических реакций с образованием продуктов синтеза, локализованных в области изучаемых структур.

ГИПЕРФАГИЯ - потребление пищи в чрезмерных количествах

ГИПОТАЛАМУС – часть промежуточного мозга, образующая дно и стенки третьего мозгового желудочка.

ГИПОТЕЗА «ТЕЛОХРАНИТЕЛЯ» – гипотеза, согласно которой структурный гетерохроматин используется клеткой для защиты важных участков хромосом (т.е. несущих транскрибируемые гены), образуя в интерфазе щит на внутренней поверхности оболочки ядра, эта гипотеза выдвинута Т. Цу в 1975 г.

ГЛАЗУРЬ – самый наружный слой стенки копыта.

ГЛАНДУЛОЦИТ - клетка секреторного отдела железы, вырабатывающая специфический секрет

ГЛИКОКАЛИКС - компонент мембраны, представляющий собой трехмерную сеть, которая покрывает внешнюю поверхность плазматической мембраны большинства клеток

ГЛОТАНИЕ - сложный рефлекторный акт. При глотании сокращение мышц языка, мягкого неба, глотки, непосредственно проталкивающие пищевой комок, сочетаются и дополняются сокращением мышц и смещением хрящевой гортани, защищающих дыхательные пути от попадания в них пищи. Акт глотания состоит из трех фаз: ротовая произвольная, глоточная произвольная (быстрая) и пищеводная произвольная (медленная).

ГОЛОВА – анатомическая область тела животного, подвижно соединенная суставом затылочной кости с первым шейным позвонком (атлантом). Граница, отделяющая голову животных от шеи, проходит снизу от свободного края нижней челюсти до угла ее, а затем вверх по заднему краю ветви челюсти к сосцевидному отростку, расположенному возле ушной раковины, и роговым отросткам или затылочной бугристости.

ГОЛОГРАФИЯ – метод получения объемного изображения объекта, основанный на регистрации и последующем восстановлении фронта отраженной от объекта электромагнитной или звуковой волны.

ГОЛОД - субъективное выражение объективной пищевой потребности организма

ГОЛОДАНИЕ - состояние организма при полном отсутствии, недостаточном поступлении в организм пищевых веществ или резком нарушении их усвоения.

ГОЛОДАНИЕ АБСОЛЮТНОЕ - голодание при полном отсутствии пищи и воды

ГОЛОДАНИЕ БЕЛКОВОЕ - голодание при хроническом недостатке в пище белков, приводящем к отрицательному азотистому балансу

ГОЛОДАНИЕ ВОДНОЕ - голодание, характеризующееся отрицательным водным балансом и возникающее при недостатке воды в рационе, массивной потере воды

«ГОЛОДНАЯ» КРОВЬ - кровь, обедненная питательными веществами и являющаяся одним из основных раздражителей пищевого центра.

ГОЛОДНАЯ ЯМКА – верхний участок подвздошной области брюшной стенки.

ГРУДНАЯ КЛЕТКА – скелет грудного отдела туловища животных, состоит из костно-хрящевых сегментов. Каждый сегмент включает в себя позвонок, пару ребер и фрагмент грудной кости (грудины). Ребра дорсальными концами соединяются с позвонками, а вентральными, или стернальными – грудной костью.

ГРУДНАЯ КОНЕЧНОСТЬ – передняя конечность животного, выполняет опорную функцию, а также обеспечивает поступательное движение животного и у стопоходящих различные хватательные движения.

ГРУДНАЯ КОСТЬ (грудина) – кость, соединяющая вентральные концы истинных ребер и образующая нижнюю часть грудной клетки. Состоит из рукоятки, тела и мечевидного отростка.

ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА – отдел тонкой кишки млекопитающих, следующий непосредственно за желудком.

ДВИЖЕНИЕ ЖИВОТНЫХ – перемещение тела в пространстве за счет сокращения скелетных мышц под влиянием импульсов, поступающих из центральной нервной системы.

ДВИЖЕНИЯ КИШЕЧНИКА МАЯТНИКООБРАЗНЫЕ – один из основных видов сократительной деятельности кишечника, направленный на перемешивание содержимого кишки в определенном ее участке.

ДВИЖЕНИЯ ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИЕ – волнообразные сокращения стенок пищевода, желудка, кишечника, обеспечивающие перемещение их содержимого в каудальном (дистальном) направлении.

ДЕЛЯМИНАЦИЯ – разложение. Клетки бластодермы делятся, образуя внутренний слой клеток – энтодерму и наружный – эктодерму. Если дно бластулы состоит из желтка, а бластоцель имеет вид узкой щели и сдвинут к зародышевому диску, гаструляция протекает путем деления.

ДЕПРЕССОР – опускающий, осаждающий вниз (мышца).

ДЕРМА (собственно кожа, кориум) – один из слоев кожи, развивается из мезенхимы, является соединительнотканной основой кожи, состоит из поверхностного сосочкового и глубокого сетчатого слоев. Первый образован рыхлой соединительной тканью, содержит чувствительные нервные окончания и кровеносные капилляры, обеспечивающие питание эпидермиса. Сетчатый слой представлен плотной соединительной тканью.

ДЕРМАТОЛОГИЯ – наука о коже и о ее болезнях. В дерматологии изучаются также болезни производных кожи (волос, ногтей), сальных и потовых желез. В силу того, что этиология кожных заболеваний многообразна (инфекция, кожные паразиты, отравления, нарушения обмена веществ, заболевания внутренних органов и другие), вопросы профилактики и лечения их изучаются также в хирургии, эпизоотологии, паразитологии, внутренних незаразных болезнях и других.

ДЕРМАТОМ – кожная пластинка, зародышевая закладка соединительной части кожи – дермы.

ДЕРМАТОПЛАСТИКА (пластика кожи) – операция, направленная на восстановление кожного покрова. Дерматопластику производят на поверхности свежих ран, свободных от некротизированных тканей, без клинических признаков инфекционного воспаления и на месте язв, покрытых здоровыми грануляциями.

ДЕСМОЗ – связка.

ДЕСМОСОМА – основной тип адгезионных контактов клеток животных, позволяющих группам клеток функционировать в качестве структурных единиц; существует три типа десмосом: точечные, опоясывающие и полудесмосомы; десмосомы, «скрепляя» клетки между собой, придают тканям механическую прочность, вместе с пучками актиновых филаментов опоясывающие десмосомы обеспечивают процесс сворачивания эпителиальных слоев в трубки в процессе морфогенеза.

ДЕСТРУКЦИЯ – разрушение структуры.

ДЕТЕРМИНАЦИЯ – в эмбриологии, возникновение качественного своеобразия частей развивающегося организма на стадиях, предшествующих появлению морфологически различных закладок тканей и органов, и в известной степени определяющее путь дальнейшего развития частей зародыша.

ДЕФЕКАЦИЯ - сложнорефлекторный акт удаления из кишечника каловых масс

ДИАФИЗ – участок трубчатой кости, имеющий костномозговой канал, тело трубчатой кости.

ДИГЕСТИВНЫЙ - пищеварительный, относящийся к пищеварению

ДИКТИОКИНЕЗ – процесс разделения аппарата Гольджи между дочерними клетками во время митоза.

ДИКТИОСОМА – структурно-функциональная (обособленная в растительных клетках) единица аппарата Гольджи, представленная группой уплощенных дисковидных цистерн, соединяющаяся с эндоплазматическим ретикуломом и содержащая секреторные гранулы.

ДИЛЯТАТОР – расширитель.

ДИПЛОИДНЫЙ НАБОР ХРОМОСОМ – наличие в клетках полного набора пар гомологичных хромосом. Диплоидный набор хромосом – характерен для зиготы и всех соматических клеток, за исключением аизуплоидных, полиплоидных и гаплоидных клеток.

ДИСБАЛАНС ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ - отклонение от оптимальных соотношений биологически важных пищевых веществ в составе рациона питания или отдельных пищевых продуктов

ДИСГЕВЗИЯ - расстройство вкуса, характеризующееся утратой или извращением восприятия вкусовых раздражений

ДИСКИ МЕРКЕЛЯ – группа тканевых механорецепторов млекопитающих. Состоят из нервного окончания, тесно связанного десмо- или синаптоподобным контактом с модифицированной клеткой Меркеля. Наиболее часто встречаются в участках кожи с высокой тактильной

чувствительностью. В коже, покрытой волосами, диски Меркеля образуют тактильные корпускулы, в которых несколько (до 30-50) клеток Меркеля связаны с одним афферентным волокном.

ДИСКОБЛАСТУЛА – один из типов бластулы, образуется в результате дискоидального дробления. Крыша дискобластулы построена из бластомеров. Краевая зона – зона интенсивно делящихся клеток периферической зоны зародышевого диска. Дном является неразделенный на бластулы желток вегетативного полюса зиготы.

ДИСКОИДАЛЬНОЕ ДРОБЛЕНИЕ ЯЙЦА – один из типов дробления яйца у животных с телolecитальными яйцами (скорпионы; хрящевые, костные рыбы; пресмыкающиеся; птицы). При дискоидальном дроблении яйца делится лишь небольшой диск, относительно свободный от желтка и содержащей ядро цитоплазмы.

ДИСПЛАЗИЯ – все без исключения нарушения развития и формирования органов и тканей независимо от причин и времени их возникновения.

ДИССИМИЛЯЦИЯ - совокупность процессов распада живой материи

ДИСТАЛЬНЫЙ – дальше относящийся от осевого скелета.

ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ЗАВИСИМАЯ – процесс дифференцировки тканей в эмбриогенезе под действием определенных факторов (стимулов), продуцируемых (передаваемых) другой тканью.

ДОРСАЛЬНЫЙ – анатомический термин, обозначающий направление к спинной стороне тела животного.

ДРОБЛЕНИЕ ЯЙЦА – митотическое деление оплодотворенного яйца (зиготы); величина развивающейся структуры остается при этом сначала неизменной, так как клетки дробления становятся все меньше и меньше. Дробление заканчивается стадией бластоцисты, с образованием бластулы. Дробление у птиц частичное или дискоидальное, а у высших млекопитающих – полное, асинхронное.

ДУОДЕНАЛЬНОЕ СОДЕРЖИМОЕ - содержимое просвета двенадцатиперстной кишки, состоит из пищеварительных соков, выделяемых слизистой оболочкой двенадцатиперстной кишки и поджелудочной железой, а также желчи, слизи, примесей желудочного сока и слюны, перевариваемой пищи и так далее

ДУОДЕНАЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ (бруннеровы железы) - сложные трубчатые железы, расположенные в подслизистой оболочке двенадцатиперстной кишки

ДУОДЕНАЛЬНЫЙ СОК - пищеварительный сок двенадцатиперстной кишки, состоящий из секрета поджелудочной железы, желчи, сока кишечных крипт и дуоденальных желез

ДЫХАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА играет существенную роль в дыхании на ранних стадиях эволюции, обеспечивая вместе с кожным дыханием потребности в кислороде у многих водных червей

ДЫХАТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ КОЖИ – способность кожных покровов осуществлять газообмен между организмом и окружающей средой.

ЕДА - процесс поступления пищи в желудочно-кишечный тракт. Жевание и глотание является основными компонентами акта еды

ЖАЖДА - совокупность ощущений, выражающихся в непреодолимом стремлении пить воду и вызывающих соответствующие поведенческие реакции

ЖГУТИК – клеточная органелла бактерий, некоторых простейших, зооспор и спермиев, орган движения; обычно в клетке 1-4 жгутика, жгутики эукариотической клетки представляет собой нитевидное образование толщиной около 0,25 мкм и длиной около 150 мкм с аксонемой внутри и плазматической мембраной снаружи; в основании жгутика лежат базальные тельца.

ЖЕВАНИЕ - одна из начальных фаз процесса поглощения пищи, состоящая в измельчении, растирании и перемешивании пищи со слюной, в результате которых происходит формирование пищевого комка.

ЖЕВАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ - процесс механической обработки пищи, осуществляемый за счет сокращения жевательных мышц при участии губ, щек и языка

ЖЕЛЕЗЫ ЖЕЛУДОЧНЫЕ - железы расположенные в слизистой оболочке желудка

ЖЕЛЕЗЫ СЛЮННЫЕ - железы, продуцирующие слюну в полость рта

ЖЕЛОБОВАТЫЕ СОСОЧКИ - вид вкусовых сосочков на теле языка близ его корня. Желобоватые сосочки состоят из центрального сосочка, окружающего его желобка, из валика сосочка и из желез желобоватого сосочка. Вкусовые почки располагаются в нижней части стенки центрального сосочка, а иногда и на верхушке центрального сосочка.

ЖЕЛТОЕ ТЕЛО – временное железистое образование у млекопитающих животных и человека. Развивается в яичнике после овуляции. В случае оплодотворения желтое тело выделяет гормон – прогестерон, необходимый, для сохранения и нормального протекания беременности. Если оплодотворение не произошло, желтое тело растворяется.

ЖЕЛТОК (дейтоплазма) – питательные вещества (липиды, белки и другие), содержащиеся в яйцеклетке животных и человека в виде зерен или пластинок, которые плотно сливаются в сплошную массу.

ЖЕЛТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА – одна из яйцевых оболочек, образующихся в период оогенеза при участии ооцита; имеется у подавляющего большинства животных и у человека.

ЖЕЛТОЧНЫЙ МЕШОК – орган питания и дыхания у зародышей. Желточный мешок возникает на разных стадиях развития зародыша обычно путем обрастания желтка энтодермой и висцеральным листком мезодермы. Представляет собой расширенный вырост среднего отдела кишечника, полость которого у большинства животных (кроме высших млекопитающих и

человека) заполнена нераздробленным желтком. У млекопитающих он содержит не желток, а белочную жидкость.

ЖЕЛУДОК - расширенный отдел пищеварительного канала, в котором осуществляется механическая и химическая обработка пищи

ЖЕЛУДОЧЕК ИЗОЛИРОВАННЫЙ МАЛЫЙ - слепой мешок, образованный хирургическим путем из фундальной части желудка, с выведенным на поверхность тела отверстием

ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ (пищеварительная трубка, пищеварительный канал) - часть пищеварительного аппарата, имеющая трубчатое строение и включающая пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку, в которых происходит механическая и химическая обработка пищевых веществ и всасывание продуктов их деполимеризации в кровь

ЖЕЛУДОЧНЫЕ ФИСТУЛЫ - отверстия, созданные оперативным путем, посредством которых устанавливается сообщение между полостью целого желудка или его частью с внешней средой

ЖЕЛУДОЧНЫЙ СОК - продукт деятельности желудочных желез и покровного эпителия слизистой оболочки желудка

ЖЕЛЧЕВЫДЕЛЕНИЕ (холекинез) - процесс выделения желчи из желчного пузыря, печеночных и желчных протоков в двенадцатиперстную кишку

ЖЕЛЧНЫЕ КИСЛОТЫ - производные холановой кислоты, входящие в состав желчи и участвующие в ряде процессов в желудочно-кишечном тракте (гидролиз и всасывание жиров, перенос липидов в водной среде и другие).

ЖЕЛЧНЫЕ ПИГМЕНТЫ - экскретируемые печень конечные продукты распада гемоглобина и других производных порфирина, молекулы которых содержат четыре пиррольных кольца в виде открытой цепи

ЖЕЛЧНЫЕ ПРОТОКИ - протоки, отводящие желчь из печени и желчного пузыря в двенадцатиперстную кишку

ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ - полый орган пищеварительной системы, расположенный на нижней поверхности печени, в нем происходит накопление и концентрация желчи, которая под влиянием сократительной активности желчного пузыря и внепеченочных желчных протоков поступает в двенадцатиперстную кишку

ЖЕЛЧЬ - продукт жизнедеятельности печени, способствует нейтрализации кислотного желудочного содержимого, поступающего в двенадцатиперстную кишку, эмульгирует жиры, растворяет продукты их гидролиза, активизирует кишечные и панкреатические ферменты, особенно липазу, способствуют всасыванию из кишечника жирорастворимых витаминов, холестерина, аминокислот и других веществ

ЖИРОПОТ – секрет сальных и потовых желез овец. Содержит до 50% жироподобных веществ (продукт сальных желез) и до 18% растворимых в воде соединений калия (продукт потовых желез). Жиропот делает шерсть овец мягкой и прочной, способствует правильному строению руна, защищает

шерсть от влаги и загрязнений. Очищенный продукт жиропота – ланолин, применяют для изготовления мазей.

ЗАПЯСТНЫЙ СУСТАВ – сложный сустав передних конечностей, образованный двумя рядами костей запястья и пястными костями, он состоит из трех суставов: запястно-предплечевого, межпястного и запястно-пястного.

ЗАПЯСТЬЕ – основание передней лапы животных, расположено между предплечьем и пястью, состоит из двух рядов коротких костей – проксимального и дистального, связок, мышц, фасций, нервов, сосудов, кожи.

ЗАРОДЫШ – развивающийся организм в период эмбрионального развития, когда его внешний облик еще не раскрывает классовой, родовой или видовой принадлежности.

ЗАРОДЫШЕВЫЙ ПЕРИОД – период, длящийся первые восемь дней, из которых начальная стадия развития протекает во время продвижения зародыша по яйцеводу.

ЗАРОДЫШЕВАЯ ПЛАЗМА (идиоплазма) – понятие, введенное А. Вейсманом (1892) для обозначения гипотетического вещества – носителя наследственности, заключенного в половых клетках и передающегося через них из поколения в поколение. Концепция зародышевой плазмы, отрицавшая наследование приобретенных качеств и признаков, в принципе предвосхитила ряд положений современной хромосомной теории.

ЗАРОДЫШЕВОЕ РАЗВИТИЕ (эмбриогенез) – развитие животного организма, происходящее в яйцевых оболочках вне материнского организма или внутри его с момента активации яйца или оплодотворения до вылупления или рождения.

ЗАРОДЫШЕВОЕ СХОДСТВО – сходство между эмбрионами животных отдаленных систематических групп, например у позвоночных (на стадиях гастрюляции, формирование зародышевых листков).

ЗАРОДЫШЕВЫЕ ЛИСТКИ – слои тела в зародыше многоклеточных животных и человека, образующиеся в процессе гастрюляции. У большинства организмов выделяют три зародышевых слоя: наружный – эктодерма, средний – мезодерма и внутренний – энтодерма. Каждый зародышевый листок дает начало определенной группе тканей и органов.

ЗАРОДЫШЕВЫЕ ОБОЛОЧКИ – окружают зародыш, обеспечивая жизнедеятельность зародыша и его защиту от повреждений. Основные типы зародышевых оболочек: амнион, хорион, аллантоиз.

ЗАРОДЫШЕВЫЙ ПУТЬ – зачатковый путь, ряд поколений клеток от первичных половых клеток зародыша до половых клеток и продуктов взрослого организма.

ЗАТЫЛОЧНАЯ КОСТЬ – непарная кость, расположенная в задней части черепа.

ЗАТЫЛОЧНО-АТЛАНТНЫЙ СУСТАВ – сустав, образованный эллипсоидными мышцелками затылочной кости черепа и краниальными суставными ямками атланта.

ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ ЭПИДЕРМИСА состоит из трех-пяти рядов сравнительно плоских клеток, в цитоплазме которых содержатся зернышки особого вещества – кератогиалина. Последний относится к группе фибриллярных белков, отличающихся высоким содержанием аминокислот: аргинина, лизина и гистидина, а также серосодержащей аминокислоты – цистина. Присутствие зерен кератогиалина указывает на то, что в клетках начинается процесс ороговения. В клетках этого слоя митохондрий мало, имеется фермент щелочная фосфатаза; тонофибриллы располагаются в виде неправильных радиальных пучков, состоящих из волокон.

ЗИГОТА – клетка, возникающая при слиянии двух гамет (спермия с яйцом) с одинарным (гаплоидным) числом хромосом; оплодотворенное яйцо с диплоидным набором хромосом; начальная стадия развития зародыша.

ЗЕРНИСТЫЙ СЛОЙ ЭПИДЕРМИСА состоит из трех-пяти рядов сравнительно плоских клеток, в цитоплазме которых содержатся зернышки особого вещества – кератогиалина. Последний относится к группе фибриллярных белков, отличающихся высоким содержанием аминокислот: аргинина, лизина и гистидина, а также серосодержащей аминокислоты – цистина. Присутствие зерен кератогиалина указывает на то, что в клетках начинается процесс ороговения. В клетках этого слоя митохондрий мало, имеется фермент щелочная фосфатаза; тонофибриллы располагаются в виде неправильных радиальных пучков, состоящих из волокон.

ЗРЕЛЫЕ ГАМЕТОЦИТЫ – половые клетки с низким уровнем процессов ассимиляции и диссимиляции, неспособные к делению, в их ядрах содержится гаплоидное число хромосом.

ЗРИТЕЛЬНЫЙ НЕРВ – вторая пара черепных нервов. Являясь (совместно с внутренней оболочкой глаза) вынесенной на периферию частью головного мозга, зрительный нерв имеет те же оболочки, что и мозг, причем мягкая мозговая оболочка непосредственно прилегает к зрительному нерву, разделяя его своими отростками на отдельные пучки. Образован зрительный нерв аксонами ганглионарных клеток сетчатки глаза, но в нем имеются и центрифугальные (гипоталамо-ретиальные) волокна.

ИЗОГЕННЫЕ ГРУППЫ ХОНДРОЦИТОВ – совокупность хрящевых клеток, возникающих из одного разделившегося хондробластоцита.

ИММИГРАЦИЯ – перемещение отдельных клеток или их популяций из бластомеры, с образованием внутреннего зародышевого листка – энтодермы.

ИМПЛАНТАЦИЯ – прикрепление зародыша к стенке матки. Различают три типа имплантации. Нейтральная имплантация – когда зародыш остается в просвете матки, прикрепляясь к ее стенке либо всей поверхностью трофобласта, либо только ее частью (у жвачных). Эксцентрическая имплантация – зародыш проникает вглубь складки слизистой оболочки матки, стенки которой затем срастаются над зародышем и образуют имплантационную камеру, изолированную от полости матки (у грызунов). Интерстициальная имплантация характерна для высших млекопитающих (приматы) – зародыш активно разрушает стенки матки и внедряется в

образовавшуюся полость; дефект матки заживает, и зародыш оказывается полностью погруженным в стенку матки, где происходит его дальнейшее развитие.

ИНВАГИНАЦИЯ – впячивание. Часть клеток прогибается в бластоцель, образуя при этом внутренний зародышевый листок – энтодерму. Данный способ возможен если бластоцель обширен и зародыш напоминает форму шара.

ИНСТИНКТ ПИЩЕВОЙ (инстинкт пищедобывания, инстинкт питания) - инстинкт, направленный на активный поиск пищи и ее потребление

ИНСУЛИН - гормон белково-пептидной природы, синтезируемый в базальных инсулоцитах (β -клетках) островков Лангерганса поджелудочной железы из проинсулина

ИНТЕРГЛОБУЛЯРНОЕ ПРОСТРАНСТВО – необызвествленный участок предентина на границе с эмалью.

КАЛЛЮС – группа дедифференцированных растительных клеток, возникающая в зонах тканевых ран или в условиях культивирования тканей (клеток) *in vitro* в присутствии веществ типа ауксинов; из культуры каллюса могут быть регенерированы нормальные растения, которые часто характеризуются повышенной хромосомной нестабильностью.

КАЛЬВАРИЯ – черепная крышка, свод черепной полости.

КАПАЦИТАЦИЯ – активизирование спермиев в половых путях у самки. Сущность капацитации заключается в удалении с поверхности спермия веществ, блокирующих осуществление акросомальной реакции.

КАРИОЛИЗИС – частичное, парциальное с образованием вакуолей или полное растворение ядра или ядрышек, хроматина и всей ядерной субстанции (отек ядра).

КАРИОПИКНОЗ – уплотнение, уменьшение объема, сморщивание ядра и ядрышек, конденсация хроматина с интенсивным окрашиванием его ядерными красителями.

КАРИОРЕКСИС – распад ядра и ядрышек на глыбки хроматина различной формы и величины.

КАТЕПСИНЫ – протеолитические ферменты из группы эндопептидаз, содержатся в лизосомах и осуществляют внутриклеточное переваривание белков.

КЕРАТИНЫ – белки группы склеропротеинов, составляют основную массу волос, шерсти, перьев, рогов, копыт, рогового слоя эпидермиса кожи и других покровных и защитных тканей. Кератины нерастворимы в воде, разведенных кислотах и щелочах, солевых растворах, этиловом спирте, эфире, ацетоне, устойчивы к действию протеолитических ферментов.

КИНЕТОСОМА (базальное тельце) – форма центриоли, способна к самовоспроизводству, кинетосома располагаются в основании жгутиков и ресничек и участвуют в процессах их формирования.

КИШЕЧНАЯ ФЛОРА - микроорганизмы, населяющие кишечник здоровых людей и животных и играющие важную роль в функционировании организма хозяина

КИШЕЧНАЯ ЭНТОДЕРМА - первичная энтодерма после выделения ее из состава материалов (будущей хорды и мезодермы) нервной пластинки.

КИШЕЧНИК - пищеварительная трубка, начинающаяся ротовым и кончающаяся анальным отверстием, если пищеварительный тракт дифференцирован на отделы, то кишечник - часть его, следующая за желудком

КИШЕЧНО-КИШЕЧНЫЙ РЕФЛЕКС - возбуждение сократительной активности нижележащих и торможение вышележащих отделов кишечника при нанесении адекватного механического или химического раздражителя на тонкую кишку

КИШЕЧНЫЕ КРИПТЫ (либеркюновы железы, железы кишечные) - углубления в слизистой оболочке тонкой кишки вокруг ворсинок

КИШЕЧНЫЙ СОК - секрет желез тонкой и толстой кишки, бесцветная или желтая жидкость со щелочной реакцией, с комочками слизи и слущенных клеток эпителия

КИШКА ТОЛСТАЯ - отдел желудочно-кишечного тракта, следующий за тонкой кишкой

КЛЕТОЧНАЯ (ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ) МЕМБРАНА (или плазмалемма) – мембрана клетки, отделяющая цитоплазму от наружной среды или (у растений) от клеточной стенки, клеточная (плазматическая) мембрана характеризуется полупроницаемостью, толщина 7-10 нм, как и у других биологических мембран, основу клеточной плазматической мембраны составляет двойной фосфолипидный слой.

КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА (оболочка) – внешняя структурная оболочка растительной клетки, придающая ей форму и прочность и состоящая в основном из полисахаридов, синтезируемых аппаратом Гольджи, различают первичную (у растущих клеток) и вторичную клеточную стенку (у клеток, достигших окончательного размера), клеточная стенка имеется у большинства растений и у некоторых одноклеточных простейших и клеток некоторых многоклеточных животных.

КОВОЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ – комплект инструментов для подковывания животных, в него входят: молоток ковочный; клещи ковочные для снятия старой подковы, откусывания отросшего копытного рога и ковочных гвоздей; рашпиль с мелкой и крупной насечкой для выравнивания подошвенного края копыта и подпилки концов гвоздей; обсечка для снятия старой подковы; копытный нож с односторонним или двусторонним лезвием и полукруглым концом; секач для обрубаания твердого рога подошвы; ключ для ввинчивания и отвинчивания шипов; лапа для удержания подковы на конечности лошади во время завинчивания и отвинчивания шипов. Изготавливают ковочные инструменты из стали.

КОЖА – орган, покрывающий снаружи тело животного и выполняющий функции защиты организма от внешних воздействий, обмена веществ, терморегуляции и другие. Кожа состоит из поверхностного, эпителиального слоя (эпидермиса) и глубже лежащего, соединительнотканного (дермы). Эти слои отделяются друг от друга базальной пограничной мембраной. С подлежащими тканями организма кожа соединяется слоем рыхлой соединительной ткани с большим количеством жировых клеток – подкожной клетчатки. В связи с тем, что между подкожной клетчаткой и дермой четкой границы не наблюдается, иногда подкожную клетчатку включают в состав дермы.

КОЖЕВЕННОЕ СЫРЬЕ – шкуры или части шкур животных, предназначенные для выделки кож. Кожевенное сырье классифицируют по видам животных на мелкое, крупное и свиное, а по способу консервирования – на мороженное, мокросоленое, сухосоленое и пресно-сухое.

КОЖНОЕ САЛО – секрет сальных желез кожи. Его состав у овцы: свободные жирные кислоты 11%, связанные жирные кислоты 44%, углеводороды 6,5%, холестерин 10%, дигидрохолестерин 2,5%, другие стеринны 1%; у коровы: свободные жирные кислоты 5,1%, связанные жирные кислоты 53,4%, неомыляемые вещества 42,7; среди них холестерин 14,4%. Кожное сало, смешиваясь с секретом потовых желез, образует жиропот. Кожное сало защищает кожу от высыхания и трещин, предохраняет ее от проникновения воды. Благодаря жировой смазке волосы становятся мягкими и блестящими.

КОЖНЫЙ АНАЛИЗАТОР – морфофизиологическая система, осуществляющая восприятие и преобразование (рецепцию) раздражений, которые воздействуют на кожу. Кожный анализатор – преимущественно контактный анализатор, которому принадлежит важная роль в восприятии внешнего мира. Кожный анализатор включает в себя тактильную (прикосновение и давление), температурную (тепло и холод) и болевую рецепцию. Периферическая часть кожного анализатора представлена экстерорецепторами, имеющими непосредственный контакт с внешней средой. Полагают, что болевые раздражения воспринимаются свободными нервными окончаниями, расположенными в эпидермисе (имеются и другие мнения); холодные – колбами Краузе; теплыми – тельцами Руффини; прикосновение – тельцами Мейснера, клетками Меркеля и сплетениями вокруг волос; давление – тельцами Фатер-Пачини.

КОЛБА КРАУЗЕ – чувствительные нервные окончания кожи, по мнению многих авторов колбы Краузе связаны с ощущением холода.

КОЛЕННАЯ ЧАШКА – ассиметричная кость, окостеневший участок сухожилия четырехглавой мышцы бедра. Имеет вогнутую суставную поверхность, разделенную плоским гребнем на большую – латеральную, и меньшую – медиальную, части. Верхний конец коленной чашки сужен, нижний расширен. У крупного рогатого скота и свиней коленная чашка треугольной, у лошадей неправильной четырехугольной формы.

КОЛЕННЫЙ СУСТАВ – подвижное соединение бедренной кости с большеберцовой (бедроберцовый сустав) и бедренной кости с коленной чашкой (сустав коленной чашки). Состоит из бедренной, берцовой костей, коленной чашки, суставных хрящей, суставной сумки, наружных и внутренних связок, мышц и кожи с сосудами и нервами. Между суставными поверхностями находятся хрящевые пластинки – внутрисуставные мениски латеральный и медиальный.

КОМОЛОСТЬ (БЕЗРОГОСТЬ) – наследственный признак, встречающийся у крупного рогатого скота, овец и коз. У многих пород овец (например, у асканийской, алтайской, грозненской, кавказской) комолы только самки, а бараны имеют рога. У крупного рогатого скота комолость при наследовании доминирует над рогатостью.

КОМПАКТНЫЙ СЛОЙ - слой плотной соединительной ткани между железистым и мышечным слоями слизистой оболочки желудка и кишечника у плотоядных.

КОНГРУЕНТНЫЙ – совпадающий.

КОНЕЧНОСТИ – органы движения животных, обеспечивают поступательное движение, приподнимание туловища, различные хватательные движения, приподнимание туловища и удержание его при стоянии.

КОНСТРИКТОР – суживатель, сжиматель.

КОНФОКАЛЬНЫЙ СКАНИРУЮЩИЙ СВЕТОВОЙ МИКРОСКОП - прибор, с помощью которого получают серии последовательных оптических срезов, взятых с различной глубины и изображения которых накапливаются в компьютере, и по специальной программе реконструируется трехмерное, объемное, изображение объекта, обычно используются объекты, окрашенные флуорохромами (по Ю.С. Ченцову, 2004).

КОПЫТНАЯ КАЙМА – расположена на границе между волосистой кожей и роговой капсулой. Представляет собой безволосую полосу шириной 5-6 мм, которая охватывает переднюю и боковые стенки копыта и сливается сзади с мякишем. Производящий слой продуцирует глазурь – самый наружный слой стенки копыта.

КОПЫТНАЯ КОСТЬ – третья фаланга костей пальцев лошадей. У жвачных и свиней она называется копытцевой, у собак – когтевой. На копытной кости лошадей различают суставную поверхность, разделенную сагиттальным гребнем на большой медиальный и меньший латеральный отделы, стенную и подошвенную поверхности. Стенная поверхность пронизана множеством сосудистых отверстий и каудально переходит в ветви копытной кости.

КОПЫТНАЯ СТЕНКА – покрывает копытную кость с передней, задней и боковых сторон. Подкожный слой отсутствует. Основа кожи срастается с периостом копытной кости. Поверхностный листочковый слой имеет вместо сосочков листочки, которые идут параллельно друг другу от венчика вниз к

подошвенному краю. Производящий слой эпидермиса, покрывающий листочки, продуцирует роговые листочки, составляющие внутренний слой роговой стенки.

КОПЫТНЫЙ ВЕНЧИК – охватывает сверху полукольцом переднюю и боковые части копыта. Подкожный слой хорошо развит, имеет большое количество эластических волокон. Основа кожи срастается с подкожным слоем. Ее сосочковый слой состоит из длинных сосочков, видных невооруженным глазом. Производящий слой эпидермиса, покрывающий сосочки венчика, продуцирует трубчатый рог стенки копыта.

КОПЫТО – твердый кожный наконечник пальца животных отряда копытных, соответствующий когтю хищника и ногтю человека. Термин «копыто» в основном употребляется для обозначения твердого кожного наконечника конечностей лошади, однако гистологическое строение его принципиально отличается от концевой основы кожи последней фаланги других видов животных. Копыто лошади служит не только защитой концевой фаланги, но и для опирания; поэтому анатомически оно более сложно, чем у других копытных животных. Костной основой пальца лошади служит путовая, венечная, копытная и три добавочные сесамовидные кости.

КОРА БОЛЬШОГО МОЗГА – серое мозговое вещество больших полушарий головного мозга, имеет толщину 1,5-3,5 мм.

КОРТИКАЛЬНЫЙ СЛОЙ – самый периферический слой цитоплазмы яйца, лишенный желтка и богатый митохондриями.

КОРУНКУЛЫ – утолщения стенки матки, которые соединяются с котиледонами – ворсинками хориона, расположенных кустиками.

КОСТИ ЗАПЯСТЬЯ – костная основа запястного сустава, они расположены между костями предплечья и пясти, состоят из двух рядов ассиметричных костей.

КОСТИ ПАЛЬЦА – дистальное звено скелета лапы, обращенное к пясти (плюсне) под углом в положении дорсальной флексии.

КОСТНАЯ БАЛКА – структурный элемент кости.

КОСТНАЯ ПЛАСТИНКА – структурный элемент костной ткани, состоящий из пучка коллагеновых волокон, соединенных аморфным веществом, с отложенными в них минеральными солями.

КОСТЬ – орган, образованный костной тканью, включающий в себя костный мозг, эндост, периост, сосуды, нервы, лимфатические структуры и хрящевые элементы.

КРЕСТЦОВАЯ КОСТЬ – кость, участвующая в образовании тазовой полости, состоит из 3-5, иногда 6 слившихся крестцовых позвонков, имеет форму трехгранного клина, суживающегося сзади.

КРЕСТЦОВОПОДВЗДОШНЫЙ СУСТАВ – неподвижный сустав, образованный крыльями крестцовой и подвздошной костей, имеет капсулу сустава, которая прикрепляется по краям суставных поверхностей.

КРИСТА (гребень) – выпячивание внутренней мембраны митохондрии, обладающее строго специфическими проницаемостью и системой активного

транспорта, с кристой ассоциированы ферменты дыхательной цепи, осуществляющие процесс окислительного фосфорилирования.

КРОВООБРАЩЕНИЕ ВНУТРИПЕЧЕНОЧНОЕ - кровообращение в печени, характерной чертой которого является кровоснабжение из двух систем сосудов (артериальной кровью из собственной печеночной артерии и венозной из воротной вены) с единой системой дренирования через печеночные вены

КРУП – область тела, основу которой составляют крестцовая кость, первые хвостовые позвонки и кости таза.

КУЛЬТУРА КЛЕТОК – частный случай культуры тканей, когда *in vitro* культивируются отдельные клетки (или единственная клетка), как правило, относящиеся к какой-либо одной ткани (например, культура лимфоцитов, культура фибробластов и т.п.).

КУЛЬТУРА ТКАНИ (эксплантация) – метод сохранения жизнеспособности тканей, или целых органов (культура органа), или отдельных клеток (культура клеток) вне организма *in vitro* с созданием условий, обеспечивающих питание, газообмен и удаление продуктов метаболизма, а также асептических условий, достигаемых, в частности, путем добавлением антибиотиков; впервые культура ткани (клетки зачатка нервной системы зародыша лягушки в капле лимфы) получена Р. Гаррисоном в 1907 г.

КУТИКУЛА – оболочка на свободной поверхности клеток эпителиальных тканей (например, кутикула волоса).

КУ-БЕЛКИ – класс ядерных белков, функции которых окончательно не выяснены, известно, что Ку-белки связываются с концевыми участками двухцепочечных молекул ДНК, участвуют в процессах репарации и в обеспечении контактов хроматина с ядерной оболочкой, а также в поддержании пространственной организации метафазных хромосом.

ЛАКРИМОЦИТ – экзокриноцит слезной железы.

ЛАМЕЛЛА – структурный элемент пластид, содержащий самостоятельную мембрану, ламеллы отличаются от тилакоидов большими размерами, входят в состав гран и соединяют их между собой.

ЛАНОЛИН – очищенное жироподобное вещество, получаемое из промывных вод овечьей шерсти и состоящее главным образом из холестерина и изохолестерина. Густая вязкая масса буро-желтого цвета, слабого своеобразного запаха, растворимая в эфире, хлороформе, трудно – в спирте.

ЛЕВАТОР – подниматель (мышца).

ЛЕПТОТЕНА – ранняя стадия мейотической профазы, в которой хромосомы имеют форму тонких непарных нитей.

ЛИЗИС – разрушение и растворение клеток под действием ферментов, содержащихся в лизосомах, или других агентов.

ЛИЗОСОМЫ – вид микроскопических телец в цитоплазме, ограниченных мембраной, внутри которых находятся пищеварительные ферменты, обеспечивающие переваривание захваченных клеткой частиц или отмирающих структур цитоплазмы.

ЛИНЬКА – смена покровов у животных. У млекопитающих различают три типа линьки: сезонную, возрастную и компенсационную.

ЛИПОХОНДРИЯ – жиросодержащая внутриклеточная частица, окрашивающаяся прижизненными красителями; содержимое липохондрии, вероятно, используется при построении аппарата Гольджи.

ЛОБНАЯ КОСТЬ – парная кость мозгового черепа, участвующая в образовании свода черепной полости, граничит с теменной, небной, клиновидной, решетчатой, носовой и слезными костями. Разделяется на лобно-височную и носо-глазничную части поперечной пластинкой на внутренней поверхности кости.

ЛОБНЫЕ РОГА ЛОШАДИ – ситуация, при которой в щель лобной кости край орбитального крыла жеребенка вклинивается еще не окостеневшим хрящевым участком, иногда так сильно, что проходит сквозь лобные кости, симулируя лобные рога.

ЛОКОМОЦИЯ – активное перемещение животных и человека в пространстве (ходьба, бег, плавание и прочее), основанное на строго координированной работе мышц.

ЛОКТЕВАЯ КОСТЬ – трубчатая кость, входящая в состав костей предплечья, имеет большой локтевой отросток, который оканчивается локтевым бугром для прикрепления разгибателей локтевого сустава, а для соединения с блоком плечевой кости локтевая кость имеет полулунную вырезку, сверху которой находится крючковидный отросток.

ЛОКТЕВОЙ СУСТАВ – подвижное соединение плечевой кости с костями предплечья (лучевой и локтевой). Локтевой сустав – граница между областями плеча и предплечья.

ЛОННАЯ КОСТЬ – парная кость, которая вместе с подвздошной и седалищной костями образует тазовый пояс. Лонная кость имеет две ветви: поперечную (впадинную) и шовную.

ЛОПАТКА – костный остов области лопатки и плечевого пояса, посредством которого грудная конечность соединяется с туловищем, располагается сбоку от краниальной части грудной клетки, лежит косо, длинной осью направлена краниоventрально (вперед и вниз).

ЛУЧЕВАЯ КОСТЬ (луч) – длинная трубчатая кость грудной конечности, которая вместе с локтевой костью является костным остовом области предплечья, лежит дорсомедиально по отношению к локтевой кости.

ЛУЧИСТЫЙ ВЕНЕЦ – слой радикально расположенных столбчатых клеток гранулезы (фолликулярного эпителия), непосредственно окружающих яйцеклетку в зримом овариальном фолликуле.

ЛЮТЕОЦИТЫ – паренхимные клетки желтого тела; подразделяются на гранулезолютеоциты (крупные), продуцирующие прогестерон, и теколютеоциты (мелкие), продуцирующие эстрогены.

МАКРОМЕРЫ – крупные клетки, образующиеся при полном неравномерном дроблении яйца. Отличаются от микромеров того же

зародыша большими размерами и высоким содержанием желтка в цитоплазме.

МАТКА – основной отдел половых органов у самок животных, представляет собой расширенную часть яйцевода. Матка имеет мощную мышечную стенку и хорошо снабжается кровью.

МАТУРОНАТНОСТЬ – степень зрелости новорожденных. У разных видов животных степень развития систем организма (кроме пищеварительной и дыхательной).

МЕДИАЛЬНЫЙ – термин, обозначающий расположение какой-либо части тела животного ближе к его срединной плоскости.

МЕДИАННЫЙ – находящийся на середине, самый средний.

МЕЖТЕМЕННАЯ КОСТЬ – непарная кость на черепе некоторых животных, заметна у плодов и новорожденных, у взрослых сращена без заметных границ с затылочной и теменной костями, у свиньи отсутствует.

МЕЗЕНХИМА – зародышевый родоначальник всех видов соединительных тканей, крови и кровеносных сосудов; характеризующаяся отросчатými клетками и аморфными межклеточными веществами.

МЕЗОДЕРМА – средний зародышевый листок, расположенный между эктодермой и энтодермой. Из мезодермы развиваются мышцы, хрящи, кости, органы крово- и лимфообразования, выделения, половые и другие.

МЕЗОЛЕЦИТАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ – яйцеклетки со средним количеством желтка. Такие клетки присущи амфибиям и рыбам.

МЕЙСНЕРОВЫ ТЕЛЬЦА – инкапсулированные чувствительные нервные окончания, расположенные в некоторых участках дермы кожи. Мейснеровы тельца представляют собой осязательные рецепторы.

МЕЛАНИНЫ - пигменты темно-коричневого и черного цвета, содержащиеся в волосах, коже, перьях и сетчатке глаза позвоночных, в организме насекомых и некоторых морских беспозвоночных, а также в растениях. Меланины нерастворимы в воде, кислотах, органических растворителях, но многие из них (например, меланины волос) растворимы в щелочах, разлагаются при 185°C. Меланины образуются в цитоплазме специальных клеток – меланофоров (меланоцитов) путем полимеризации продуктов окисления тирозина и фенилаланина. Усиленное образование меланинов происходит под влиянием ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, соединений мышьяка, серебра, висмута, при расстройствах функции эндокринных желез.

МЕЛАНОЦИТ (меланофор) – пигментная клетка, включающая гранулы меланина, различают эпидермальные и дермальные меланоциты, а также эпителиальные меланоциты глаз.

МЕНИСК – внутрисуставные хрящи, имеющие форму полулуния.

МЕРКЕЛЕВЫ ТЕЛЬЦА – чувствительные нервные окончания, расположенные в эпидермисе кожи пятка свиньи, осязательные рецепторы.

МЕЛАНИНЫ – пигменты темно-коричневого и черного цвета, содержащиеся в волосах, коже, перьях и сетчатке глаза позвоночных, в

организме насекомых и некоторых морских беспозвоночных, а также в растениях. Меланины нерастворимы в воде, кислотах, органических растворителях, но многие из них (например, меланины волос) растворимы в щелочах, разлагаются при 185°C. Меланины образуются в цитоплазме специальных клеток – меланофоров (меланоцитов) путем полимеризации продуктов окисления тирозина и фенилаланина. Усиленное образование меланинов происходит под влиянием ультрафиолетовых и рентгеновских лучей, соединений мышьяка, серебра, висмута, при расстройствах функции эндокринных желез.

МЕТАБОЛИЗМ - сложный процесс, в ходе которого одновременно проходят два разнокачественных процесса – ассимиляция (анаболизм) и диссимиляция (катаболизм).

МЕТАКАРПАЛЬНЫЙ – пястный .

МЕТАМЕРИЯ (сегментация) – расчленение тела животных на последовательно расположенные вдоль продольной оси тела на более или менее сходные между собой части – метамеры или сегменты.

МЕТАФИЗ – губчатый участок трубчатой кости, располагающийся между эпифизом и диафизом.

МЕТОД КЛЕТОЧНЫЙ КУЛЬТУР - простой вариант этого метода заключается в том, что в камеру, наполненную питательной средой (смесь плазмы крови с эмбриональным экстрактом или смесь синтетической среды с добавлением плазмы крови), помещают небольшой кусочек живой ткани. Через некоторое время на периферии такого кусочка начинается деление и рост клеток. В другом случае вырезанный кусочек ткани слегка обрабатывают раствором фермента трипсина или хелатона - версена, что приводит к его диссоциации, к полному разобщению клеток друг от друга. Затем такую взвесь отмытых клеток помещают в сосуд с питательной средой, где они опускаются на дно, прикрепляются к стеклу и начинают размножаться, образуя сначала колонии, а затем сплошной клеточный пласт. Так растут однослойные клеточные культуры, очень удобные для прижизненных наблюдений. Лучше всего для получения первичных культур из тканей животных использовать эмбриональный материал; культуры из клеток взрослых организмов растут очень плохо (по Ю.С. Ченцову, 2004).

МЕТОД СКАЛЫВАНИЯ-ЗАМОРАЖИВАНИЯ заключается в том, что объект сначала быстро замораживают жидким азотом, а затем при той же температуре переносят в специальную вакуумную установку. Там замороженный объект механическим способом скалывается охлажденным ножом. При этом обнажаются внутренние зоны замороженных клеток. В вакууме часть воды, перешедшей в стекловидную форму, возгоняется («травление»), а поверхность скола последовательно покрывается тонким слоем испаренного углерода, а затем металла. Таким образом, с замороженного и сохраняющего прижизненную структуру материала получают реплику с его скол, затем уже в условиях комнатной температуры ткань или клетки растворяют в кислотах, но пленка-реплика при этом

остается цела, ее изучают в электронном микроскопе (по Ю.С. Ченцову, 2004).

МЕТОД УЛЬТРАТОНКИХ СРЕЗОВ – метод приготовления с помощью ультрамикротомов срезов ткани толщиной менее 0,1 мкм для электронной микроскопии, включает ряд специфических этапов (замораживание-высушивание и др.) в сравнении с методом приготовления «обычных» срезов для световой микроскопии.

МЕТОД ФЛУОРЕСЦИРУЮЩЕЙ МИКРОСКОПИИ - суть метода заключается в том, что целый ряд веществ обладает способностью светиться (флуоресцировать, люминесцировать) при поглощении ими световой энергии. Спектр флуоресценции всегда смещен в сторону больших длин волн по отношению к возбуждающему флуоресценцию излучению. Так, например, выделенный хлорофилл при освещении в ультрафиолетовых лучах светится красным цветом. Этот принцип используется в флуоресцентной микроскопии: рассматривание флуоресцирующих объектов в зоне коротких длин волн. Обычно в таких микроскопах применяются фильтры, дающие освещение в сине-фиолетовой области, существуют ультрафиолетовые люминесцентные микроскопы (по Ю.С. Ченцову, 2004).

МЕТОД ЦИТОФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ - метод, основу которого составляет определение количества химических веществ по поглощению ими света определенной длины волны (Ю.С. Ченцову, 2004)

МЕЧЕВИДНЫЙ ОТРОСТОК – часть грудной кости, лежит каудально от последней пары грудинных ребер, суживаясь, оканчивается мечевидным хрящом.

МИКРОВОРСИНКИ - пальцеобразные плазматические выросты апикальной поверхности различных клеток, например энтероцитов, ограниченные трехслойной липопротеиновой мембраной и образующие во многих случаях щеточную каемку

МИКРОМЕРЫ – мелкие бластомеры, из которых построена крыша бластулы.

МИКРОСКОП ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ – тип светового микроскопа, предназначенного для анализа прозрачных объектов: включает два оптических пути для раздваиваемого луча, один из которых проходит через объект, а другой не проходит, после соединения лучей происходит интерференция за счет запаздывания по фазе одного из лучей.

МИКРОСКОП ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ НОМАРСКОГО – модификация интерференционного микроскопа, характеризующаяся узким полем зрения, что позволяет получать рельефные изображения прозрачных объектов.

МИКРОСКОП УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ – оптическая система, предназначенная для анализа объектов в ультрафиолетовых лучах; используется для анализа (в том числе прижизненного) распределения и динамики преобразований макромолекул в клетках, что основано на поглощении света нуклеиновыми кислотами в участке спектра около 260 нм,

а рядом белков (богатых фенилаланином и тирозином) – около 280 нм; в сочетании со спектрофотометром ультрафиолетовый микроскоп позволяет количественно определять содержание нуклеиновых кислот в клетках.

МИКРОСКОПИЧЕСКИЙ МЕТОД – метод изучения животных тканей. Сущность его определяется фиксацией материала исследования с последующим приготовлением окрашенных срезов. Для лучшего выявления отдельных структур срезы окрашивают. Гистологические красители подразделяют на три группы: кислые (красящие кислоты и их соли – пикриновая кислота, эозин, фуксин и другие), основные (вещества со щелочной группой – сафронин, пиронин, тионин и др.), специальные (взаимодействуют лишь с определенными веществами – судан 3). К световой микроскопии относят также фазово-контрастную микроскопию, флуоресцентную и ультрафиолетовую. Современные микроскопы обеспечивают разрешение (возможность наблюдать две точки отдельно) порядка 0,2 мкм и дают максимальное увеличение в $2-2,5 \cdot 10^3$ раз.

МИКРОСКОПИЯ ТЕМНОПОЛЬНАЯ (микроскопия в темном поле) – метод световой микроскопии не поглощающих света объектов (прозрачных и т.п.), основанный на освещении их косыми лучами – при этом объект становится виден светящимся (но в ореоле, что затрудняет анализ формы его мелких деталей) на темном фоне.

МИКРОСКОПИЯ ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ (люминесцентная) – высокочувствительный микроскопический метод (анализ проводится как в отраженном, так и в проходящем свете), основанный на обработке тестируемого материала красителями-флуорохромами, флуоресцирующие (окрашенные) зоны выглядят при флуоресцентной микроскопии как яркие участки на темном фоне.

МИКРОСКОПИЯ ЭЛЕКТРОННАЯ – метод субмикроскопического исследования, осуществляется с помощью трансмиссионного (просвечивающего) электронного микроскопа. В современных трансмиссионных микроскопах разрешающая способность составляет 0,1-0,7 нм.

МИКРОСОМА (хромидия) – фрагмент мембранных структур эндоплазматического ретикулума и комплекса Гольджи, включает многочисленные ферменты, ассоциированные с мембраной.

МИКРОТЕЛЬЦЕ (пероксисома) – плазматические пузырьки диаметром 0,3-1,5 мкм, производные от эндоплазматического ретикулума, окружены однослойной мембраной, участвуют в расщеплении перекиси водорода и, вероятно, в обмене липидов и углеводов.

МИКРОТРУБОЧКА – полая цилиндрическая структура клеток эукариотических организмов, основной компонент которой – тубулин, длина микротрубочки значительно варьируется при диаметре сечения около 24 нм; микротрубочки образуют внутрицитоплазматическую сеть (цитоскелет), входят в состав ресничек и жгутиков, участвуют в митотическом и

мейотическом расхождении хромосом, обеспечивают секреторные, транспортные и некоторые другие функции клетки.

МИКРОФИЛАМЕНТЫ ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ – класс цитоскелетных нитей диаметром около 10 нм и составленный 5 типами структурных белков, каждый из которых тканеспецифичен.

МИОЛОГИЯ – учение о мышцах.

МИОМЕР – мышечный сегмент.

МИОМЕРИЯ – деление мускулатуры на миомеры.

МИОТОМ – парный зачаток мускулатуры тела у зародышей хордовых животных и человека, развивается из средней части сомита.

МИОФИБРИЛЛЫ - органеллы клеток поперечнополосатых мышц, обеспечивающие их сокращение. Служат для сокращений мышечных волокон. Миофибрилла - нитевидная структура, состоящая из саркомеров. Каждый саркомер имеет длину около 2 мкм и содержит два типа белковых филаментов: тонкие миофиламенты из актина и толстые филаменты из миозина. Границы между саркомерами (Z-диски) состоят из особых белков, к которым крепятся концы актиновых филаментов. Миозиновые филаменты также крепятся к границам саркомера с помощью нитей из белка титина (тайтина). С актиновыми филаментами связаны вспомогательные белки - небулин и белки тропонин-тропомиозинового комплекса.

МИОЦИТЫ (мышечные клетки) - особый тип клеток, составляющий основную часть мышечной ткани. Миоциты представляют собой длинные, вытянутые клетки, развивающиеся из клеток-предшественников - миобластов. Существует несколько типов миоцитов: миоциты сердечной мышцы (кардиомиоциты), скелетной и гладкой мускулатуры. Каждый из этих типов обладает особыми свойствами. Например, кардиомиоциты, помимо прочего, генерируют электрические импульсы, задающие сердечный ритм.

МИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА (электрическая активность гладких мышц пищеварительного аппарата, электромоторная активность пищеварительной трубки) - электрическая активность гладкомышечных клеток желудка, кишечника, желчного пузыря, проявляющаяся двумя основными видами электрических потенциалов: ритмозадающими потенциалами (медленные электрические волны, базисный электрический ритм) и потенциалами действия (пиковые потенциалы, спайковая активность, быстрые потенциалы, электрическая ответная активность).

МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ ГЕНОМ – кольцевая двунитевая молекула ДНК, входящая в состав митохондрий (размер мтДНК у животных обычно около 16 тыс. пар оснований, а в различных группах растений и микроорганизмов эта величина существенно больше и высокоизменчива); митохондриальный геном включает гены тРНК и рРНК, некоторых ферментов (субъединицы АТФазы, цитохромоксидазы и др.), в нем имеются некоторые отклонения от универсального триплетного кода (например, триплет УГА, являющийся стоп-кодоном в ядерном геноме, в

митохондриальном геноме животных кодирует триптофан), как правило, митохондриальный геном наследуется по материнскому типу, анализ структуры мтДНК с использованием рестриктаз широко применяется в популяционно-генетических исследованиях.

МИТОХОНДРИЯ (хондриосома, пластосома) – органелла эукариотической клетки, обеспечивающая организм энергией за счет окислительного фосфорилирования, число митохондрий в клетке широко колеблется – от нескольких штук до десятков тысяч; в митохондриях содержится ДНК (несущая активные гены), специфические мРНК, тРНК и особые митохондриальные рибосомы; мембрана митохондрии двухслойная, внутренний слой образует кристы, термин «митохондрия» предложен К. Бендой в 1897 для описанных ранее (1894) Р. Альтманном органелл – биобластов.

МНИМОЕ КОРМЛЕНИЕ - разработанный в лаборатории И.П. Павлова метод исследования в хронических условиях рефлекторной желудочной секреции на раздражение пищевыми веществами рецепторов ротовой полости

МОЛЕКУЛА – наименьшая нейтральная, способная к самостоятельному существованию частица данного вещества, обладающая его химическими свойствами.

МОЛОЗИВО – секрет, образующийся в молочной железе млекопитающих во время родов и в первые 5-7 дней после родов.

МОЛОКО – жидкость, секретлируемая молочной железой млекопитающих, секрет молочной железы через 6-7 дней после отела.

МОЛОЧНАЯ ВЕНА (ПОДКОЖНАЯ БРЮШНАЯ ВЕНА) – венозный сосуд, выносящий кровь из молочной железы. Впадает во внутреннюю грудную вену в области мечевидного отростка; это место впадения молочной вены у коров прощупывается через кожу и называется «молочным колодцем».

МОЛОЧНАЯ ЦИСТЕРНА – полость, расположенная у основания соска вымени, в которую открываются молочные ходы. Служит резервуаром для секрета молочной железы. Молочная цистерна на уровне основания соска кольцевой складкой подразделяется на два отдела – железистый и сосковый.

МОЛОЧНОЕ ЗЕРКАЛО – складчатый участок кожи на задней части вымени коров, расположенный ближе к половой щели, покрытый нежными волосами, которые растут снизу вверх и в стороны.

МОЛОЧНОСТЬ – свойство самок млекопитающих продуцировать молоко.

МОЛОЧНЫЙ КОЛОДЕЦ – условное обозначение места проникновения через брюшную стенку у коров подкожной брюшной (молочной) вены, отводящей кровь из вымени.

МОЛОЧНЫЙ САХАР – лактоза.

МОНОСПЕРМИЯ – процесс оплодотворения, когда в оплодотворении принимает участие один сперматозоид и одна яйцеклетка.

МОНОФАГИЯ - питание одним видом пищи

МОТОРИКА ЖЕЛУДКА - обобщенный термин для всех типов движения стенок желудка, обеспечивающих смешивание пищи с желудочным соком, ее депонирование, перемешивание и порционную эвакуацию содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку

МОТОРИКА КИШЕЧНИКА - двигательная активность кишечника, направленная на перемешивание содержимого, его продвижение в каудальном направлении и эвакуацию из прямой кишки наружу

МОТОРНАЯ ФУНКЦИЯ - способность гладкомышечных органов желудочно-кишечного тракта совершать движения, направленные на перемешивание содержимого, его продвижение по пищеварительной трубке и эвакуацию из одного отдела желудочно-кишечного тракта в другой или наружу

МЫШЦЫ – активные органы аппарата движения, форма и строение которых обусловлены положением на скелете или других органах и выполняемой функцией.

МЫЩЕЛКИ – выпуклые или плосковыпуклые суставные поверхности костей, служащие для сочленения с соседней костью.

МЯКИШ – утолщение кожного покрова на задней поверхности лапы животных. Мякиши защищают лапу пальцевых костей при опирании, амортизируют толчки при движении, выполняют роль органов осязания, так как в них имеется большое количество чувствительных нервных окончаний. У крупного рогатого скота и свиней мякиши участвуют в образовании подошвы роговой капсулы копыта, у лошадей выполняют роль пружинящего приспособления копыта. Различают пальцевые, подошвенные и запястные (заплюсневые) мякиши.

НАДКОСТНИЦА (периост) – плотная соединительно-тканная оболочка, покрывающая кости там, где на них нет хрящевой ткани. Состоит из поверхностного волокнистого, или фиброзного, и глубокого, или остеогенного, слоев. Последний обильно снабжен клеточными элементами – остеобластоцитами, клетками, вырабатывающими костную ткань.

НАДОСТИСТАЯ СВЯЗКА – связочное приспособление, расположенное на вершинах остистых отростков грудных, поясничных и крестцовых позвонков, на шее переходит в канатиковую часть шейной связки.

НАЗАЛЬНЫЙ – обращенный в сторону носа.

НАСЫЩЕНИЕ - процесс исчезновения чувства голода после приема пищи

НЕБНАЯ КОСТЬ – одна из костей лицевого отдела черепа, состоит из костных пластинок – горизонтальной и вертикальной..

НЕБНАЯ ПАЗУХА – щелевидная полость в небной кости черепа.

НЕЙРУЛЯЦИЯ – стадия дифференцировки нервной трубки.

НЕПЕРЕНОСИМОСТЬ ПИЩЕВАЯ (интолерантность) - патологическое состояние пищеварительной системы, характеризующееся нарушением усвоения пищевых продуктов

НЕРВНО-МЫШЕЧНЫЙ СИНАПС (также нейромышечный, либо мионевральный синапс) - эффекторное нервное окончание на скелетном мышечном волокне. Входит в состав нервно-мышечного веретена. Нейромедиатором в этом синапсе является ацетилхолин. В этом синапсе нервный импульс превращается в механическое движение мышечной ткани.

НЕФРОТОМ – зачаток органов выделения у зародышей хордовых животных и человека. Нефротом – парное метамерное образование, расположенное между спинным сегментом (сомитом) и несегментированной брюшной частью мезодермы. Из нефротома развиваются почки, их протоки, семявыводящий канал.

НИЖНИЙ ПИЩЕВОДНЫЙ СФИНКТЕР (пищеводно-желудочный сфинктер, кардиальный сфинктер) - сфинктер, образованный гладкомышечными волокнами в месте перехода пищевода в желудок

НОСОВЫЕ РАКОВИНЫ – костные образования, расположенные на латеральной стенке каждой половины носовой полости, они построены из тонких костных продырявленных пластинок.

НУКЛЕОДЕСМЫ – фибриллы, пронизывающие в поперечном направлении ядерную оболочку и участвующие в осуществлении связи между содержимым ядра и цитоплазмы, нуклеодесмы являются элементами ядерного скелета.

НУКЛЕОИД – аналог ядра у бактерий, лишенный мембраны ДНК-содержащий участок прокариотической клетки (у некоторых прокариот может быть более одного нуклеоида на клетку), деление нуклеоида происходит после репликации ДНК с участием клеточной мембраны; также нуклеоид – геномная РНК у РНК-содержащих вирусов, окруженная икосаэдрическим белковым капсидом.

НУКЛЕОСОМА – дисковидная структура диаметром около 10 нм, являющаяся элементарной единицей упаковки хромосомной ДНК в хроматине, состоит из белкового ядра (включает октамер гистонов H2, H3, H4, но не H1), «опоясанного» 7/4 оборота двойной спирали ДНК (140 пар нуклеотидов), межнуклеосомные участки ДНК (линкеры) по длине варьируют в пределах 15-100 и более пар нуклеотидов; суммарная молекулярная масса одной нуклеосомы оценивается в 262 кД (108 кД приходится на гистоны, 130 кД – на ДНК, 24 кД – на небольшие негистоновые белки); нуклеосомная структура универсальна для эукариотических организмов – ее отсутствие известно в сайтах, сверхчувствительных (ДНКазе).

ОБЛАСТЬ МЕЧЕВИДНОГО ХРЯЩА – часть переднего участка брюшного отдела туловища животного.

ОВАЛЬНОЕ ОТВЕРСТИЕ – отверстие на височных крыльях клиновидной кости черепа собак и крупного рогатого скота.

ОВОГЕНЕЗ (или оогенез) – развитие яйцеклетки.

ОВОГОНИЯ – дофолликулярная женская половая клетка, способная к размножению митотическим путем. К моменту рождения или вскоре после этого овогонии уже дифференцированы в первичные ооциты с ядрами.

ОВУЛЯЦИЯ – процесс выхода ооцита (яйца) из яичника в полость тела. При овуляции происходит разрыв стенки фолликула, в которой находится ооцит. Она происходит периодически.

ОКОЛОНОСОВЫЕ ПАЗУХИ – полости между наружными и внутренними пластинками некоторых плоских костей лицевого черепа, к ним относят верхнечелюстную, лобную, клиновидную и небную пазухи.

ОКОСТЕНЕНИЕ МЯКИШНОГО ХРЯЦА – полное или частичное превращение хрящевой ткани мякиша копыта в костную.

ОКРАШИВАНИЕ – гистохимический (цитохимический) приём с применением красителей или веществ, реагирующих с тестируемыми соединениями или биологическими объектами с образованием окрашенных продуктов; различают неспецифическое (окрашивание тотальных гистологических и цитологических препаратов с целью выделения их детальной структуры) и специфическое окрашивание, используемой для выявления конкретных соединений (окрашивание ядер по Фельгену и т.п.).

ОКРАШИВАНИЕ ПРИЖИЗНЕННОЕ – метод окрашивания живых клеток и тканей для микроскопического анализа; среди применяемых для прижизненного окрашивания красителей: метиленовый синий, трипановый синий и др.

ОНКОЛОГИЯ - наука об опухолях.

ОНТОГЕНЕЗ – индивидуальное развитие организма, которое начинается с момента оплодотворения и завершается его смертью. Понятие онтогенеза противопоставляется понятию филогенеза.

ООЦИТ – внутрифолликулярная половая клетка самки, называемая в период первого мейотического деления первичным, а в период второго деления созревания – вторичным ооцитом или вторичной яйцеклеткой.

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ – соединение родительских мужской и женской половых клеток (гамет) в одну новую клетку – зиготу. Оплодотворение лежит в основе полового размножения и обеспечивает передачу наследственных признаков от потомков к родителям.

ОРАЛЬНЫЙ – анатомический термин, обозначающий расположение какой-либо части головы животного в сторону ротового отверстия.

ОРГАН – часть организма, имеющая определенное строение и выполняющих одну или несколько специфических функций.

ОРГАНИЗМ – живое существо.

ОРГАНОГЕНЕЗ – у животных образование и развитие органов. Различают онтогенетический органогенез, изучаемый эмбриологией и биологией развития, и филогенетический органогенез, исследуемый сравнительной анатомией.

ОРГАНОИД (органелла) – постоянная внутриклеточная структура (клеточный «орган»), обеспечивающая выполнение специфических функций; у эукариот известно более десяти различных органоидов, в некоторых специализированных клетках образуются сложные структуры на основе «простых» органоидов – микротрубочек и центриолей.

ОССЕИН – органическое вещество кости.

ОССИФИКАЦИЯ – окостенение.

ОСТЕОБЛАСТЫ – клетки, участвующие в построении костной ткани, процессах развития, регенерации и перестройки кости.

ОСТЕКЛАСТЫ – многоядерные образования, возникающие при развитии и перестройке костной ткани, принимают участие в рассасывании основного вещества кости.

ОСТЕОЛИЗ – рассасывание кости, характеризующиеся исчезновением ее участка при отсутствии реактивных изменений в оставшейся части кости и окружающих тканях.

ОСТЕОЛОГИЯ – учение о костях, один из разделов системной анатомии, изучающий кости (их форму, структуру и функции) как составную часть скелета животных, в остеологии используются описательные и измерительные методы. Важное значение придается сравнительной анатомии костей.

ОСТЕОМАЛЯЦИЯ – размягчение кости вследствие нарушения обменных процессов в костной ткани при патологических состояниях организма.

ОСТЕОПЕНИЯ – уменьшение плотности кости любой природы.

ОСТЕОПОРОЗ – уменьшение количества костной ткани в единице объема кости вследствие уменьшения толщины и количества костных балок без изменения количества минералов в костной ткани.

ОСТЕОСКЛЕРОЗ – увеличение количества костной ткани в единице объема кости вследствие увеличения толщины и количества костных балок без изменения количества минералов в костной ткани.

ОСТЕОФИТ (экстоз) – костный нарост на поверхности кости адаптационно-компенсаторной природы.

ОСЬ-АТЛАНТНЫЙ СУСТАВ – сустав между первым и вторым шейными позвонками – атлантом и эпистрофеем.

ОЩУЩЕНИЕ ВКУСОВОЕ - субъективная сторона воздействия химических веществ, действующих на вкусовые почки

РАЦИОН - порция пищи на известный срок

ПАВЛОВА ИЗОЛИРОВАННЫЙ ЖЕЛУДОЧЕК МАЛЫЙ - искусственный желудочек, образованный из фундальной части желудка с помощью операции, разработанной И.П. Павловым, при которой сохраняется иннервация блуждающими нервами изолированной части желудка

ПАЛЬМАРНЫЙ – находящийся на ладонной стороне.

ПАНТЫ – молодые, еще не окостеневшие и покрытые кожей рога марала, изюбра, пятнистого оленя, используемые для изготовления лечебного препарата. Панты, спиленные у живых самцов в возрасте до двух лет и старше, называются «срезными», а снятые вместе с лобными костями у выбракованных животных – «лобовыми».

ПАРАПЛАЗМА (дейтоплазма) – цитоплазматические включения (капельки жира, скопления желтка, пигменты и т.п.).

ПАРТЕНОГЕНЕЗ (девственное размножение) – форма полового размножения, заключается в развитии яйцеклетки без оплодотворения, свойственен многим беспозвоночным животным.

ПАТОЛОГИЯ – биологическая наука, изучающая проявление измененной или нарушенной жизнедеятельности.

ПЕРВИЧНЫЕ ООЦИТЫ – половые клетки самки в период роста.

ПЕРЕСТРОЙКА КОСТИ – всякое активное изменение структуры, формы или размеров кости под влиянием внешних или внутренних факторов.

ПЕРЕТЯЖКА – неспирализованный участок спирализованной хромосомы, у моноцентрических хромосом присутствует всегда; различают первичные и вторичные перетяжки, к первичным (центромера) обычно присоединяются нити веретена деления, а в зонах вторичных перетяжек часто локализован ядрышковый организатор.

ПЕРИБЛАСТУЛА – стадия зародышевого развития большинства членистоногих животных, имеющие центролецитальные яйца; пузырек, стенка которого состоит из одного слоя клеток, а полость заполнена нераздробившимся желтком. Образуется в результате поверхностного дробления яйца.

ПЕРИМИЗИЙ – соединительно-тканная оболочка мышцы.

ПЕРИНУКЛЕАРНАЯ ПОЛОСТЬ – заполненное жидкостью пространство между внутренним и внешним слоями ядерной оболочки.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА - деятельность пищеварительного аппарата в состоянии натощак (при пустом желудке и отсутствии химуса в проксимальных отделах тонкой кишки)

ПЕРИОСТАЛЬНОЕ НАСЛОЕНИЕ – периостальное костеобразование, развивающееся в ответ на любое раздражение или повреждение надкостницы.

ПЕРИОСТАЛЬНЫЙ – околокостный, периост, надкостница.

ПЕРИПЛАЗМА – карио- и цитоплазма, объединенные после растворения ядерной оболочки в процессе митоза и окружающие хромосомы и элементы митотического аппарата.

ПЕРИФЕРИН – цитоскелетный белок (характерен для клеток периферической и, возможно, центральной нервной системы млекопитающих), родственен белкам промежуточных филаментов, вместе с виментином, десмином и кислым глиальным фибриллярным протеином периферин входит в состав III класса этих белков (также периферин = RDS-белок).

ПЕРИХОНДРАЛЬНЫЙ – околохрящевой, надхрящница.

ПЕРИЦЕНТРИОЛЯРНОЕ ПРОСТРАНСТВО – элемент центросомы, окружающий центриоль – электронно-плотная субстанция, тонкая структура которой окончательно не выяснена; предполагается, что в перичентриолярном пространстве происходит инициация образования большинства микротрубочек, входящих в состав митотического аппарата.

ПЕЧЕНОЧНЫЙ БАРЬЕР - общее название физиологических и биохимических процессов, осуществляющихся в печени и направленных на обезвреживание ядовитых веществ, образующихся в результате обменных процессов или поступающих извне

ПЕЧЕНЬ - самая крупная железа в организме животных, выполняющая ряд важных функций. Печень секретирует желчь и осуществляет депонирующую функцию в системе портального кровообращения

ПИНОЦИТОЗ - процесс активного поглощения клеткой жидкостей или коллоидных растворов различных веществ, в том числе высокомолекулярных белков и белковоуглеводных комплексов

ПИТАНИЕ - сложный процесс поступления, переваривания, всасывания и усвоения организмом пищевых веществ, необходимых для покрытия его энергетических затрат, построения и возобновления клеток и тканей и регуляции функций организма

ПИТЬЕВОЙ РЕЖИМ - порядок использования воды для питья, установленный с учетом вида деятельности, условия окружающей среды и состояния организма

ПИЩА - продукты питания в естественном виде или подвергнутые специальной обработке, содержащие вещества, необходимые организму для восполнения совершаемых в процессе его жизнедеятельности затрат веществ, входящих в его состав, и обеспечивающих потребности растущего организма

ПИЩЕВАРЕНИЕ - начальный этап ассимиляции пищи, то есть превращение исходных пищевых структур в компоненты, лишенные видовой специфичности и пригодные к всасыванию и участию в промежуточном обмене

ПИЩЕВАРЕНИЕ АУТОЛИТИЧЕСКОЕ - переваривание поглощенных организмом-ассимилятором живых пищевых объектов (животных, растений, бактерий и других) за счет содержащихся в них ферментов

ПИЩЕВАРЕНИЕ В РОТОВОЙ ПОЛОСТИ - пищеварение, происходящее в начальном отделе пищеварительной системы, которое у млекопитающих, большинства других позвоночных и беспозвоночных животных заключается в механической и первоначальной химической обработке твердой пищи (жидкая пища проглатывается сразу)

ПИЩЕВАРЕНИЕ ВНЕКЛЕТОЧНОЕ - тип пищеварения, при котором синтезированные секреторными клетками ферменты выделяются во внеклеточную среду, где реализуется их гидролитический эффект

ПИЩЕВАРЕНИЕ ВНЕШНЕЕ - внеклеточное дистантное пищеварение, происходящее за пределами организма, который продуцирует пищеварительный фермент

ПИЩЕВАРЕНИЕ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЕ - тип пищеварения, при котором гидролиз пищевых субстратов происходит после их проникновения внутрь клетки за счет ферментов, синтезированных данной клеткой, но не выделяемой ей во внешнюю среду

ПИЩЕВАРЕНИЕ ЖЕЛУДОЧНОЕ - расщепление пищевых веществ в полости специализированного отдела пищеварительного канала (желудка), обеспечиваемое системой механических, физико-химических (действие соляной кислоты желудочного сока у позвоночных животных, за исключением некоторых рыб) и химических, главным образом ферментативных процессов

ПИЩЕВАРЕНИЕ КИШЕЧНОЕ - расщепление пищевых веществ в полости пищеварительной трубки (если пищеварительный канал дифференцирован на отделы, то той части, которая следует за желудком)

ПИЩЕВАРЕНИЕ МЕМБРАННОЕ - тип пищеварения, при котором гидролиз пищевых веществ происходит на структурах клеточной мембраны и ее дериватов с помощью ферментов, синтезируемых самой клеткой и включенных в состав ее липопротеиновой мембраны, а у многоклеточных организмов также с помощью ферментов, адсорбированных из пищеварительной полости (у высших животных - преимущественно панкреатического происхождения)

ПИЩЕВАРЕНИЕ ПОЛОСТНОЕ - внеклеточное пищеварение, происходящее в специальных пищеварительных полостях за счет ферментов, секретлируемых клетками, выстилающими данную полость, или клетками пищеварительных желез, локализованных в стенке органа, в полости которого происходит переваривание пищи, а также за счет ферментов, поступающих в составе секретов главных пищеварительных желез

ПИЩЕВАРЕНИЕ СИМБИОНТНОЕ - широко распространенный у животных тип пищеварения, при котором снабжение организма хозяина необходимыми питательными органическими веществами, пригодными к всасыванию и ассимиляции, осуществляется симбионтами. Симбионтами могут быть бактерии и простейшие (например, у жвачных) и водоросли (зооксантеллы и зоохлореллы) у ряда водных беспозвоночных животных

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ ВАКУОЛЬ - ограниченное мембраной клеточное включение, содержащее подлежащий гидролитическому расщеплению материал

ПИЩЕВОД - трубчатый орган желудочно-кишечного тракта, служащий для проведения пищи из глотки в желудок

ПИЩЕВОЕ НАСЫЩЕНИЕ - мотивационно-эмоциональное состояние организма, сменяющее голод при приеме пищи и сохраняющееся определенное время до появления вновь чувства голода

ПИЩЕВОЙ ЦЕНТР - комплекс функционально взаимосвязанных структур центральной нервной системы, регулирующих пищевое поведение и координирующих деятельность пищеварительного тракта

ПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА (нутриенты) - органические и неорганические вещества, входящие в состав пищевых продуктов (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, витамины, минеральные вещества) и используемые организмом для обеспечения жизнедеятельности

ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА - балластные вещества, включающие группу полисахаридов (пектин, лигнин, целлюлоза, гемицеллюлоза и др.), необходимые для нормальной деятельности системы пищеварения и организма в целом

ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ - продукты животного и растительного происхождения, используемые в нативном, обработанном или переработанном в виде в питании человека

ПЛАНТАРНЫЙ – находящийся на подошвенной стороне конечности.

ПЛАСТИДА – самовоспроизводящаяся клеточная органелла эукариотических растительных клеток; различают три основные группы пластид – хлоропласты (зеленые), лейкопласты (бесцветные) и хромопласты (желтые и красные); многие пластиды обладают собственным геномом, представляющим собой кольцевую молекулу ДНК; имеются гипотезы симбиотического происхождения пластидных геномов в клетках эукариот.

ПЛАСТИДНАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ – одна из форм цитоплазматической наследственности, связанная с геномом пластид, впервые пластидная наследственность (по признаку пестролистности у ночной красавицы *Mirabilis jalapa*) была описана К. Корренсом в 1908 г.

ПЛАСТИДОТИП – аналог понятия «генотип», употребляемый в отношении признаков, кодируемых расположенными в пластидной ДНК генами.

ПЛАЦЕНТА – внезародышевый орган млекопитающих, соединяющий мать с плодом и состоящий из хориональных ворсинок (плодная часть плаценты) с одной стороны, и из разрастающейся слизистой оболочки матки (материнская часть плаценты) с другой.

ПЛОД – млекопитающее животное или человек в утробный период развития, после закладки основных органов и систем.

ПЛОДНЫЙ ПЕРИОД – этот период охватывает срок с 13-14 суток до начала рождения. В этот период идет интенсивный рост органов тела плода.

ПОВРЕЖДЕНИЯ – (или альтерация) изменения структурной организации клеток, межклеточного вещества, тканей и органов, которые сопровождаются нарушением их жизнедеятельности.

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА - железа пищеварительной системы, обладающая одновременно экзокринными и эндокринными функциями и характерная для всех позвоночных, за исключением бесчерепных и круглоротых

ПОДКОЖНАЯ (ЖИРОВАЯ) КЛЕТЧАТКА располагается под сетчатым слоем дермы, состоит из рыхлой соединительной ткани, в которой накапливается много жировых клеток, часто целых долек, форма и положение которых зависит от механических факторов.

ПОДРЕБЕРЬЕ – парная область переднего участка брюшного отдела туловища животного, различают правое и левое подреберье, оно граничит каудовентрально с областью мечевидного отростка.

ПОДЭПИДЕРМАЛЬНАЯ ЗОНА ПИЛЯРНОГО СЛОЯ выделяется у жвачных, аналог сосочкового слоя дермы других животных.

ПОДЪЯЗЫЧНАЯ КОСТЬ – непарная кость, расположенная между ветвями нижней челюсти, различают тело и ветви подъязычной кости, служит для прикрепления мышц языка, глотки и хрящей гортани.

ПОЗВОНОК – симметричная кость осевого скелета позвоночных животных.

ПОЗВОНОЧНИК – основная часть скелета туловища и хвоста позвоночных животных, состоит из хрящевых или костных позвонков, соединенных между собой хрящами, суставами, связками, и включает в себе позвоночный канал, в котором располагается спинной мозг.

ПОЛИДИПСИЯ - повышенное потребление жидкости, обусловленное патологически усиленной жаждой

ПОЛИСПЕРМИЯ – в яйцеклетку проникает сразу несколько спермиев. Наблюдается у птиц и рептилий.

ПОЛИФАГИЯ - чрезмерное потребление пищи, в биологии - многоядность, способность питаться разнообразной пищей растительного и животного происхождения

ПОЛИЦИСТРОННАЯ мРНК – молекула мРНК, кодирующая последовательности более чем одного белка; образуется при транскрипции двух или нескольких соседствующих генов, входящих в состав одного оперона.

ПОТ – продукт секреции потовых желез. Бесцветная или слегка мутноватая жидкость соленого вкуса, щелочной (жвачные) или слабо кислой (лошадь, плотоядные) реакции, ее плотность 1,001-1,020. Специфический запах пота зависит от наличия в нем летучих жирных кислот.

ПОТОВЫЕ ЖЕЛЕЗЫ – простые трубчатые железы кожи, выделяющие пот. Потовые железы развиваются из эпидермиса кожи, представляют собой длинную неразветвленную трубку. Ее дистальный конец свернут в клубочек. Более закрученные клубочки в потовых железах лошади, свиньи и собаки. Меньшую извитость они имеют у рогатого скота и кошки. Проксимальный отдел потовых желез имеет сравнительно прямолинейный ход и составляет выводной проток.

ПОТООТДЕЛЕНИЕ – процесс образования и выделения потовыми железами пота на поверхность кожи.

ПОТРЕБЛЕНИЕ ПИЩИ - система процессов, обеспечивающая ассимиляцию пищевых объектов и включающая в себя три фундаментальных этапа: питание, пищеварение и всасывание

ПОЯСНИЧНАЯ ОБЛАСТЬ – дорсальная часть среднего участка брюшного отдела туловища животного, вентрально граничит с пупочной областью, латерально с областью левого и правого подвздохов, каудально с лонной областью.

ПРЕВЕРТЕРБРАЛЬНЫЙ – предпозвоночный

ПРЕВИТАМИНЫ - вещества, преобразующие в организме в витамины

ПРЕВИТЕЛЛОГЕНЕЗ – локализация органелл вокруг ядра яйцеклетки, активизация функций белоксинтезирующей системы цитоплазмы: развиваются рибосомы, гранулярная эндоплазматическая сеть, поэтому цитоплазма окрашивается в красители – то есть она базофильна. Ядро округлое, хорошо развиты ядрышко, митохондрии.

ПРЕДПЛЕЧЬЕ – рычаг движения и опоры в составе второго звена (зейгоподия) грудной конечности. Состоит предсердие из двух длинных трубчатых костей: лучевой и локтевой. Лучевая кость лежит дорсолатерально, а локтевая латерокаудально по отношению друг к другу. Эти кости у крупного рогатого скота и лошади сращены.

ПРЕДПЛОДНЫЙ ПЕРИОД – начинается с конца 8-го дня и завершается к 13-ти суткам инкубации. Все провизорные органы достигают функциональной зрелости.

ПРОКАРИОТЫ – организмы, клетки которых лишены ограниченного мембраной ядра; аналогом ядра является нуклеоид, генетическая система которого (генофор) соответствует примитивной хромосоме; митоза у прокариотов нет, клетки-прокариоты лишены хлоропластов, митохондрий, аппарата Гольджи, центриолей, а рибосомы существенно отличаются от рибосом эукариотических клеток; прокариоты составляют отдельное царство (возможно, надцарство), включающее одноклеточные (архебактерии, эубактерии) и многоклеточные (сине-зеленые водоросли, или цианобактерии) организмы, термин «прокариоты» предложен в 1937 г. Э. Шаттоном, который впервые сформулировал принципиальные различия прокариот и эукариот.

ПРОКСИМАЛЬНЫЙ – ближе расположенный к осевому скелету.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ (ПИЛЯРНЫЙ) СЛОЙ – слой, расположенный в дерме (по мнению некоторых авторов) между сосочковым и сетчатым у мелких и крупных жвачных, в нем заложены корни волос.

ПРОНАЦИЯ – вращение передней поверхности ноги внутрь.

ПРОНУКЛЕУСЫ – внутриядцевые ядра оплодотворяющихся клеток перед взаимным слиянием в ядро зиготы. Пронуклеусы существуют только в течение нескольких часов. Пронуклеус самца образуется из головки спермия путем разрыхления и увеличения в несколько сот раз.

ПРОТЕИНДИСУЛЬФИДИЗОМЕРАЗА – фермент, локализованный в просветах эндоплазматического ретикулума, катализирующий образование дисульфидных связей в процессе синтеза секретлируемых белков; в то же время, являясь многофункциональным белком, в виде β -субъединицы входит в состав пролил-4-гидроксилазы (участвует в биосинтезе коллагена); более того, в последние годы для протеиндисульфидизомеразы установлены еще 4 различных активности – связывание тироидных гормонов, функционирование в системе олигосахарилтрансфераз, участие в микросомальном транспорте триглицеридов и катализ превращения дегидроаскорбата в аскорбиновую кислоту, считается, что существование таких многофункциональных белков делает классическую концепцию «один ген – один полипептид» условной.

ПРЯМАЯ КИШКА - концевой отдел кишечника, служащий для накопления и выведения каловых масс

РАЗВИТИЕ ЖИВОТНЫХ – процесс, характеризующийся последовательными прогрессивными количественными и качественными изменениями в организмах, переходом от одного состояния в другое через образование нового и исчезновение старого.

РАЗВИТИЕ ЯЙЦЕКЛЕТОК – овогенез, сложный и очень длительный процесс. Он начинается в период эмбриогенеза и завершается в половых органах половозрелой самки. Слагается овогенез из трех периодов: размножение, рост, созревание.

РЕБРО – длинная парная кость у млекопитающих и птиц, служит дугой сегмента грудного отдела скелета, состоит из костной части и хряща.

РЕГИОНАРНЫЙ – областной.

РЕОТАКСИС – движение против тока жидкостей.

РЕПЛИКАЦИЯ (редупликация, ауторепликация, ауторепродукция) – процесс самовоспроизведения молекул нуклеиновых кислот, сопровождающийся передачей по наследству (от клетки к клетке) точных копий генетической информации; редупликация осуществляется с участием набора специфических ферментов (хеликазы, контролирующая расплетание молекулы ДНК, ДНК-полимеразы I и III, ДНК-лигаза), проходит по полуконсервативному типу с образованием репликативной вилки; на одной из цепей синтез комплементарной цепи непрерывен, а на другой происходит за счет образования фрагментов Дказакки; репликация – высокоточный процесс, частота ошибок при котором не превышает 10^{-9} ; у эукариот репликация может происходить сразу в нескольких точках одной молекулы ДНК; скорость репликации у эукариот около 100, а у бактерий – около 1000 нуклеотидов в секунду.

РЕПЛИКОН – автономная единица репликации, находящаяся под контролем одной точки инициации репликации (репликатора); у прокариот репликон представлен всем геномом, а у эукариот геном может включать множество репликонов, термин «репликон» предложен Ф. Жакобом и С. Бреннером в 1963 г.

РЕСНИЧКА – органелла движения клеток животных и мужских гамет некоторых растений, наиболее характерна для инфузорий (до 14 000 ресничек на клетку) и мерцательного эпителия многоклеточных животных (до 500 на клетку), по строению ресничка близка к жгутику, но имеет одно базальное тельце и меньшую длину, известны неподвижные реснички (стереоцилии), входящие в рецепторные клетки.

РЕСТИТУЦИЯ ЯДРА – формирование единственного ядра в результате нарушения одного из мейотических делений.

РИБОСОМА (тельце Палладе) – органелла клетки, рибонуклеопротеидная частица, с участием которой осуществляется биосинтез белка (трансляция); сама рибосома обладает каталитической функцией, ответственной за образование пептидных связей, т.е. за

полимеризацию аминокислотных остатков в полипептидную цепь белка; рибосома состоит из двух (большой и малой) субчастиц, для взаимодействия которых необходимы ионы магния; размер рибосомы около 20 нм; эукариотические и прокариотические рибосомы различаются по размерам и константам седиментации: бактерии и хлоропласты – 70S у целой рибосомы, 50S (23S-рРНК) у большой и 30S (16S-рРНК) у малой субчастиц, цитоплазматические рибосомы растений – 80S, 60S (25S-рРНК) и 40S (16S-рРНК) соответственно, цитоплазматические рибосомы животных – 80S, 60S (29S-рРНК) и 40S (18S-рРНК), митохондриальные рибосомы – 81S, 61S (25S-рРНК) и 47S (19S-рРНК); рибосомы временно могут образовывать полирибосомы.

РИБОСОМА МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ – рибосома, расположенная внутри митохондрии и обеспечивающая трансляцию мРНК, кодируемых митохондриальным геномом; по структуре схожа с цитоплазматической рибосомой (состоит из двух субчастиц и т.п.).

РИБОФОРИН – высококонсервативный гликопротеин, участвующий в связывании рибосом на мембранах шероховатого эндоплазматического ретикулума.

РОГА – твердые образования в области головы многих млекопитающих животных, служащие для защиты. Парные костные рога расположены в лобной области (у полорогих, жирафов, оленей), непарные роговые рога – в области носовых костей (у носорогов). Рога крупных и мелких жвачных – полые отростки лобной кости, покрытые роговыми чехлами, «рогом» в собственном смысле слова. В рогах различают корень (основание), тело и верхушку. У самцов рога более развиты. У многих видов животных рога имеются только у самцов.

РОГОВОЙ БАШМАК (роговая капсула копыта) – производное эпидермиса различных участков основы кожи копыта.

РОГОВОЙ СЛОЙ ЭПИДЕРМИСА – поверхностный толстый слой эпидермиса. Он состоит из нескольких десятков рядов ороговевших плоских клеток, которые плотно прилегают друг к другу. Клетки рогового слоя представляют собой так называемые полые чешуйки с роговыми оболочками. Чешуйки содержат воздух, жировое вещество и кератин – продукт превращения клеточных белков, содержащих большое количество серы.

РОГО-КОПЫТНОЕ СЫРЬЕ – рога и копыта мелкого и крупного рогатого скота, используемое при производстве галантерейных изделий, аминокислот, технических продуктов.

РОСТКОВЫЙ (ПРОИЗВОДЯЩИЙ) СЛОЙ ЭПИДЕРМИСА расположен на границе с дермой, состоит из нескольких рядов клеток. Его самый глубокий ряд содержит цилиндрические или базальные клетки, которые прикреплены к базальной мембране (базальный слой). Над этими клетками располагаются ряды шиповатых клеток, которые имеют многогранную форму. По мере приближения к зернистому слою они уплощаются.

Некоторые авторы выделяют ряд шиповатых клеток в отдельный слой эпидермиса.

РОТАТОРЫ – мышцы, вращающие какую-либо кость с окружающими ее мягкими тканями или часть тела по их продольной оси. В зависимости от направления вращения они делятся на пронаторы и супинаторы. Первая группа мышц (пронаторы) вращает дорсальную (спинковую) поверхность конечности животного внутрь в медиальном направлении. При сокращении второй группы мышц (супинаторов) вращение конечности происходит так, что ее дорсальная поверхность поворачивается наружу в латеральном направлении.

РОТАЦИЯ – вращение.

РУФФИНИ ТЕЛЬЦА – инкапсулированные рецепторы, расположенные в глубоких слоях кожи. Капсула веретенообразной формы образована клетками плотно переплетенными коллагеновыми волокнами. Дендрит, проникая в обширное внутрикапсулярное пространство, заполненное жидкостью, формирует несколько кустиковидных образований. Тельца Руффини рассматривают как рецепторы давления. Постулируется также положение о роли телец Руффини как тепловых рецепторов, которое не столь однозначно.

САГИТТАЛЬНЫЙ – продольное, прямолинейное направление в теле животного, соответствующее направлению стрелы в луке.

САЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ – железы кожи, продуцирующие кожное сало. Развиваются как выросты волосяных мешочков, открываются в волосяное влагалище, некоторые самостоятельно на поверхности кожи. Сальные железы располагаются равномерно по всей коже, за исключением кожи сосков вымени коровы, носо-губного зеркала мелких жвачных и хищных, подошвенных мякишей. Сальные железы расположены в сетчатом слое кожи, имеют грушевидный концевой отдел и короткий выводной проток. По строению сальные железы относят к простым (у овцы), у лошади и собаки они разветвленные альвеолярные.

СВЯЗКИ – пучки коллагеновых волокон, соединяющие кости или хрящи друг с другом, имеют форму тяжей различной ширины и толщины или сплошных пластин, покрывающих, например суставы, связки могут состоять исключительно из коллагеновых волокон, встречаются однако, и связки из эластических волокон.

СЕГМЕНТ – последовательно расположенные, сходные по строению поперечные отрезки тела животного, части тела животного, расположенные между воображаемыми сегментальными плоскостями и несколько обособленные друг от друга.

СЕГМЕНТАЛЬНАЯ ПЛОСКОСТЬ – воображаемая плоскость, проведенная вертикально, строго поперек тела животного, сегментальных плоскостей можно провести много. Направления деталей органов от сегментальной плоскости к голове называют каудальным, к хвосту – каудальным.

СЕДАЛИЩНАЯ КОСТЬ – парная кость в задненижнем отделе костей таза, состоит из тела и отходящих от него вперед ветвей – шовной и впадинной, ограничивающих с одноименными ветвями лонной кости обширное запирающее отверстие. Шовная ветвь участвует в образовании тазового сращения, впадинная – в формировании суставной впадины. Тело каудо-латерально несет седалищный бугор, между буграми правой и левой седалищных костей образуется седалищная дуга.

СЕКРЕТ - специфический продукт жизнедеятельности клетки (гландулоцита), выполняющий определенную функцию и выделяющийся на поверхность эпителия или во внутреннюю среду организма

СЕКРЕТИН - гормон, вырабатываемый S-клетками двенадцатиперстной и тощей кишки

СЕКРЕТОРНЫЕ ГРАНУЛЫ - округлые, плотные, большей частью временные внутриклеточные включения, появляющиеся и исчезающие в цитоплазме секреторных клеток в процессе нормального обмена веществ

СЕКРЕЦИЯ - процесс образования в клетке специфического продукта (секрета) определенного функционального назначения и последующего его выделения из клетки

СЕКРЕЦИЯ ЖЕЛУДОЧНАЯ - процесс образования в клетках желудка (эпителиальных, главных, париетальных) специфических продуктов (слизи, ферментов, соляной кислоты) определенного функционального назначения (защита слизистой оболочки, денатурация белков, гидролиз и другие) и выделение этих продуктов в полость желудка

СЕКРЕЦИЯ КИШЕЧНИКА - процесс образования и выделения клетками слизистой оболочки кишечника секрета в полость кишки

СЕКРЕЦИЯ ПАНКРЕАТИЧЕСКАЯ - процесс образования в клетках поджелудочной железы двух основных видов секрета (экзо- и эндосекрета) и последующего его выделения из клеток

СЕКРЕТОРНЫЙ ЦИКЛ - процесс периодического изменения секреторной клетки, связанный с образованием, накоплением, выделением секрета, а также восстановлением клетки для дальнейшей секреции

СЕМЕННИК – половая железа самца у животных, в которых образуются половые клетки – сперматозоиды.

СЕРОЗА – самая поверхностная оболочка зародыша птиц. Прилегая к скорлупе, она покрывает снаружи амнион с расположенным в нем зародышем и желточным мешком с желтком. В ее состав входят эктодерма и париетальный листок мезодермы. Она выполняет защитную и дыхательную функции.

СЕТЧАТЫЙ СЛОЙ ДЕРМЫ построен из коллагеновых и эластических волокон значительной толщины. Они следуют в разных направлениях, переплетаясь между собой. Характер переплетения играет большую роль в приспособлении кожи к движению тела. Наибольшей толщины и плотности сетчатый слой достигает в области спины животного, наименьшей – в области живота и медиальной поверхности конечности. Клеточный состав

элементов в этом слое меньше. В сетчатом слое встречаются пучки гладких мышечных клеток, прикрепляющихся у птиц к корню пера, а у млекопитающих к корню волоса.

СИМФИЗ – сращение.

СИНДАКТИЛИЯ – явление сращения пальцев, синдактилия на всех четырех конечностях наблюдается у собак, встречаются однокопытные свиньи и рогатый скот.

СИНДЕСМОЗ – соединение костей или хрящей друг с другом при помощи плотной соединительной ткани, синдесмоз ограничивает подвижность костей или хрящей или полностью исключает ее.

СИНДЕСМОЛОГИЯ – раздел анатомии, изучающий типы соединения костей в скелете, различают непрерывные и прерывные соединения, или суставы. Во-первых кости соединяются соединительной, хрящевой и костной тканью, во-вторых – сумчатой связкой, капсулой сустава и отдельными связками.

СИНКАРИОН – процесс соединения пронуклеусов. Оба пронуклеуса гаплоидны, и после их соединения образуют диплоидное ядро зиготы. В это время в клетке усиливаются метаболические процессы.

СИНОВИЯ – жидкость, заполняющая суставные полости и улучшающая условия движения костей, мышц и кожи.

СИНОСТОЗ – срастание костей при посредстве костной ткани.

СИНСАРКОЗ – соединение костей скелета при посредстве мышц.

СИНУС – пазуха, углубление, длинный замкнутый канал.

СИНХОНДРОЗ – соединение костей скелета при посредстве хрящевой ткани.

СИНЭЛАСТОЗ – соединение костей друг с другом при помощи связок, построенных из эластической соединительной ткани, к синэластозам относятся, например, желтые связки позвоночника, затылочно-остистая связка.

СИСТЕМА ВКУСОВАЯ - сенсорная система специализированной хеморецепции, обеспечивающая кодирование химических стимулов и определяющая таким образом способность животных воспринимать качество пищевых веществ (наземные позвоночные) и химических компонентов окружающей среды (водные)

СИСТЕМА КРИПТА-ВОРСИНКА - определенная структурно-функциональная единица тонкой кишки, состоящая из двух неравноценных отделов - крипт(ы) и ворсинки

СКАКАТЕЛЬНЫЙ СУСТАВ (заплюсневый сустав) – подвижное соединение костей голени, заплюсны и плюсны.

СКЕЛЕТ ПОЗВОНОЧНЫХ – твердая внутренняя основа тела, пассивная часть аппарата движения, состоит из костей и хрящей, преимущественно подвижно соединенных связками и суставами.

СКЛЕРОТОМ – нижняя внутренняя часть первичного сегмента (сомита) у зародышей хордовых животных и человека. Представляет собой скелетную

мезенхиму, которая в процессе развития зародыша выделяется из сомита, окружает хорду и ЦНС, образует осевой скелет.

СКУЛОВАЯ КОСТЬ – парная кость, образующая нижнюю стенку глазницы, а совместно с височной костью – скуловую дугу.

СЛИЗИСТАЯ ОБОЛОЧКА - оболочка, образующая внутреннюю выстилку большинства сообщающихся с внешней средой трубчатый и полостных органов (дыхательной, пищеварительной, мочеполовой систем), а также покрывающая язык, надгортанник и конъюнктиву века

СЛИЗЬ - вещества растительного, животного и бактериального происхождения, образующие вязкие растворы. В организме животного слизь является продуктом секреции слизистых желез, увлажняющих поверхность слизистых оболочек дыхательных путей, желудочно-кишечного тракта, мочеполовой системы, среднего уха и так далее

СЛИЯНИЕ ЯДРЫШЕК – процесс, происходящий в интерфазном ядре (обычно в периоде G_1) либо в момент перехода клетки от телофазы к интерфазе и обуславливающий эффект наличия меньшего числа ядрышек в сравнении с числом ядрышковых организаторов.

СЛЮНА - мукоидный секрет многочисленных желез полости рта, особенно трех пар больших желез (околоушной, подчелюстных и подъязычных)

СЛЮННАЯ ФИСТУЛА - созданное оперативным путем соединение протока слюнной железы (обычно околоушной) с поверхностью тела

СМЕРТЬ – необратимое прекращение жизнедеятельности организма, конечная стадия существования любой обособленной живой системы.

СОК ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ - сок, секретлируемый клетками поджелудочной железы в двенадцатиперстную кишку, основными компонентами которого являются ферменты и электролиты

СОМИТЫ – зародышевые парные мезодермальные сегменты. Тянутся по продольной оси тела, прилегая с боков к нервной трубке и хорде.

СОСАНИЕ - физиологический акт приема молока детенышами млекопитающих

СОСОЧКОВЫЙ СЛОЙ ДЕРМЫ расположен непосредственно под эпидермисом и состоит из тонких пучков коллагеновых и эластических волокон, аморфного вещества и ряда клеток: фибробластов, фиброцитов, периваскулярных, тучных и других, богат капиллярами, нервными окончаниями. Он сосочками вдаётся в эпидермис. За счет кровеносных сосудов, проходящих в этом слое, осуществляется питание эпидермиса. Сосочковый слой и базальная мембрана богаты мукополисахаридами.

СОШНИК – желобчатая костяная перегородка, в которой помещается хрящевая носовая перегородка.

СПЕРМА – вырабатывается мужскими половыми железами; состоит из сперматозоидов, жидкости придатка семенника и секрета придаточных половых желез.

СПЕРМАТОГЕНЕЗ – образование высокодифференцированных половых клеток самца – сперматозоидов. Сперматозоиды развиваются из сперматогониев, проходят стадии сперматоцитов 1-го и 2-го порядка и сперматид.

СПЕРМАТОГОНИИ – клетки самца в период размножения. Они имеют небольшие размеры, диплоидный набор хромосом, мелкие округлые ядра, богатые хроматином. Клетки интенсивно делятся мейозом.

СПЕРМАТОЗОИД – зрелая мужская половая клетка, состоящая из головки (содержащей конденсированное ядро), промежуточной части (функционирующей в качестве силовой станции) и локомоторного хвоста.

СПЕРМАТОЦИТЫ – половая клетка самца в процессе мейотических делений, соответствующая половой клетке самки – ооциту.

СПЕЦИФИЧЕСКОЕ ДИНАМИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ПИЩИ - усиление обмена веществ после приема пищи по сравнению с уровнем основного обмена

СПЛАЙСИНГ – форма процессинга предшественников мРНК у эукариот; в результате сплайсинга происходит удаление из молекулы-предшественника последовательностей интронов и ковалентное соединение последовательностей экзонов с образованием зрелых молекул мРНК.

СПЛЕТЕНИЕ ПОДСЛИЗИСТОЕ (Мейсснеровское) - инатрамуральное нервное сплетение в пищеводе, желудке и кишечнике, располагающееся под слизистой оболочкой органа

СТАЗ - местная остановка крови, лимфы или иного физиологического содержимого в сосуде, желудочно-кишечном тракте, мочеточнике

СТЕНКА КОПЫТНАЯ (роговая стенка копыта) – часть роговой капсулы, образующая роговой башмак копыта.

СТРЕЛКА КОПЫТА (стрелка мякиша) – передняя часть мякиша копыта лошади.

СУПЕРФЕКУНДАЦИЯ – осеменение самки спермой различных самцов.

СУПИНАТОРЫ – мышцы, вращающие переднюю (спинковую) сторону конечности (передней или задней) в наружную (боковую) сторону.

СУСТАВЫ (сочленения, диартрозы) – прерывистые подвижные соединения костей скелета, составная часть аппарата движения.

СУХОЖИЛЬНОЕ ВЛАГАЛИЩЕ – соединительнотканый футляр, окружающий мышцы и их сухожилия в участках их расположения в области сустава или костного выступа.

СФИНКТЕР - запирающее устройство, представляющее собой, как правило, кольцевое скопление гладких мышечных волокон, располагающееся на входе и(или) выходе полого органа или сосудистой зоны, обеспечивающее регуляцию поступления содержимого в орган и(или) его выделение

СФИНКТЕР ИЛЕОЦЕКАЛЬНЫЙ - сфинктер, образованный мышечными волокнами стенки подвздошной кишки, вдающимися в илеоцекальную заслонку, замыкают илеоцекальное отверстие

СФИНКТЕР ПИЛОРИЧЕСКИЙ - циркулярный мышечный слой в месте перехода пилорического отдела желудка в двенадцатиперстную кишку, регулирующий эвакуацию содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку и препятствующий забросу содержимого последний в желудок

СФИНКТЕР ПРЯМОЙ КИШКИ - запирающее устройство прямой кишки, обеспечивающие своевременное ее опорожнение от каловых масс

«СЫТАЯ» КРОВЬ - кровь сытого животного, переливание которой голодному животному угнетает активность, направленную на добывание и прием пищи

ТЕОРИЯ ВКУСА - по существующим представлениям степень возбуждения вкусовых рецепторов связана с концентрацией химического вещества и описывается уравнением адсорбции, основанной на предположении о равновесном характере взаимодействия молекул вкусового раздражителя со специализированными рецепторными участками поверхности вкусовых рецепторов

ТАЗ – комплекс костей, участвующих в соединении тазовых конечностей с осевым скелетом. Таз образован двумя тазовыми костями, крестцом и первыми хвостовыми позвонками, тазовая кость состоит из слившихся между собой подвздошной, лонной и седалищной костей.

ТАЗОБЕДРЕННЫЙ СУСТАВ – подвижное сочленение костей, образованное суставной впадиной таза и головкой бедренной кости.

ТАЗОВАЯ КОНЕЧНОСТЬ – задняя конечность животного, помимо опорной функции обеспечивает вместе с грудной конечностью, поступательное движение животного.

ТАНАТОЛОГИЯ – учение о смерти.

ТЕМЕННАЯ КОСТЬ – парная пластинчатая кость, принимающая участие в формировании свода черепа и височной ямки. У крупного рогатого скота теменная кость лежит в затылочной и височной областях черепа..

ТЕЛО ЖИВОТНОГО – организм, имеющий определенную форму.

ТЕЛОЛЕЦИТАЛЬНЫЕ ЯЙЦЕКЛЕТКИ – яйцеклетки с локализацией желтка у одного полюса.

ТЕЛОМЕРА – концевой участок хромосомы, иногда богатый гетерохроматином, играющим роль в сохранении целостности хромосомы за счет предотвращения слипания теломер, при концевых делециях возможно спонтанное «залечивание» теломер порциями гетерохроматина, локализованными в других участках генома.

ТЕЛЬЦА ФАТЕРА-ПАЧИНИ – крупные, сложные инкапсулированные рецепторы, расположенные в подкожной клетчатке мякисей пальцев, в наружных оболочках крупных сосудов, в надкостнице, связках, сухожилиях и фасциях. У кошки их особенно много в брыжейке кишечника и в поджелудочной железе. В каждом фатер-пачиниевском тельце имеется внутренняя колба с разветвленными нервными волокнами и около 30 пластинок, составляющих капсулу тельца.

ТЕНЗОР – натягивающий, направляющий.

ТОЧКА ОКОСТЕНЕНИЯ (ядро окостенения) – очаг образования костной ткани в хрящевой или мезенхимальной основе формирующейся кости.

ТРАБЕКУЛА – перекладина.

ТРАНСЛЯЦИЯ – заключительный этап реализации генетической информации, синтез полипептидных цепей рибосомами с использованием в качестве матрицы мРНК. Трансляция состоит из этапов инициации, реакций аминоацилирования молекул тРНК, элонгации полипептидных цепей и терминации синтеза.

ТРАНСКРИПЦИЯ – синтез РНК на матрице ДНК, первый этап реализации генетической информации; у прокариот транскрипция осуществляется с участием холофермента РНК-полимеразы, а у эукариот имеются по меньшей мере три типа РНК-полимераз, транскрибирующих гены разных классов.

ТРОФИКА - совокупность обменных процессов, лежащих в основе клеточного питания и обеспечивающих сохранение структуры и функции тканей и органов

ТРОФОБЛАСТ - наружный слой клеток у зародышей млекопитающих; обособляется на стадии бластоцисты и обеспечивает контакт между зародышем и материнским организмом. Через трофобласт питательные вещества проходят от матери к зародышу. Часть трофобластов, расположенных над зародышевым щитком, называется рауберовым слоем. Трофобласт, выстланный изнутри мезенхимными клетками, называется хорионом. Трофобласт принимает участие в имплантации зародыша в стенку матки и образовании плаценты

УГЛЕВОДНЫЙ ОБМЕН - совокупность процессов превращения углеводов в организме животных

УГЛЕВОДЫ - большая группа органических соединений, широко распространенных в природе, которые по химическому строению являются либо полиоксиальдегидами, либо полиоксикетонами, либо производными и тех и других

УЛЬТРАЦЕНТРИФУГА – мощная центрифуга, используемая для седиментационного разделения макромолекул, способная развивать скорость до 10^5 об./мин. и обеспечивать достижение ускорения силы тяжести до $5 \cdot 10^5 g$.

УРАХУС – мочевой проток, проток в пупочном канатике, соединяющий мочевой пузырь с аллантоисом.

УСВОЯЕМОСТЬ ПИЩЕВЫХ ВЕЩЕСТВ - доля поступивших пищевых веществ, использованная организмом, зависит от перевариваемости пищи и от полноты всасывания

ФАГОЛИЗОСОМА – органелла клетки, образующаяся в результате слияния фагосомы и лизосомы, при этом фаголизосома становится пищеварительной вакуолью.

ФАГОЦИТОЗ - процесс активного захватывания и поглощения микроорганизмов, разрушенных клеток и инородных частиц одноклеточными организмами или фагоцитами

ФАГОЦИТЫ - общее название клеток организма, способных захватывать и переваривать микроорганизмы, разрушенные клетки, инородные частицы

ФАЗЫ ЖЕЛУДОЧНОЙ СЕКРЕЦИИ - последовательные моменты секреции желудочного сока, выделенные в соответствии с расположением чувствительных образований, с которыми взаимодействуют пищевые вещества в процессе питания (мозговая, желудочная и кишечные фазы)

ФАЗЫ СЕКРЕЦИИ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ - искусственно выделенные фазы панкреатической секреции по принципу, предложенному И.П. Павловым для обозначения фаз секреторного процесса поджелудочной железы. Выделяются три фазы: мозговая, желудочная и кишечная.

ФАКТОР ВНУТРЕННИЙ ЖЕЛУДКА (внутренний фактор Касла, гастромукопротеид) - биологически активное вещество, вырабатываемое слизистой желудка; связывает и защищает поступающий с пищей витамин В₁₂ от поглощения кишечной микрофлорой и способствует его всасыванию в тонкой кишке

ФАСЦИЯ – соединительнотканная, различной плотности оболочка вокруг мышц и других подвижных органов. В ней преобладают волокна (главным образом коллагеновые), располагающиеся более или менее равномерными слоями или собранные в различной величины пучки и тяжи, образующие утолщения.

ФАТЕРА-ПАЧИНИ ТЕЛЬЦА – крупные, сложные инкапсулированные рецепторы, расположенные в подкожной клетчатке мякисей пальцев, в наружных оболочках крупных сосудов, в надкостнице, связках, сухожилиях и фасциях. У кошки их особенно много в брыжейке кишечника и в поджелудочной железе. В каждом фатер-пачиниевском тельце имеется внутренняя колба с разветвленными нервными волокнами и около 30 пластинок, составляющих капсулу тельца.

ФЕРМЕНТ - биологический катализатор белковой природы, который избирательно связывает другую молекулу, называемую субстратом. Фермент-субстратный комплекс достигает переходного активированного состояния легче, так как фермент понижает энергию активации и тем самым увеличивает скорость химической реакции. Термин фермент и энзим используются как синонимы

ФЕРМЕНТАТИВНО-ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС - специфическая олигомерная структура липопротеиновой мембраны энтероцитов, состоящая из фермента, который осуществляет заключительные этапы гидролиза ди- и олигомеров, и транспортной системы, которая осуществляет перенос внутрь клетки образующихся мономеров

ФЕРМЕНТЫ ПАНКРЕАТИЧЕСКИЕ - ферменты, синтезируемые поджелудочной железой в активной форме или форме неактивных

предшественников (протеолитические ферменты и фосфолипаза А), активация которых происходит в тонкой кишке, куда они поступают в составе сока поджелудочной железы

ФЕРМЕНТЫ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ - ферменты, вырабатываемые секреторными клетками ряда органов пищеварительной системы и осуществляющие гидролиз органических макромолекул пищи, в особенности белков, жиров и углеводов

ФИСТУЛА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ - созданное при помощи специальной операции каналообразное соединение полости органа (желудка, кишки и других) или выводного протока железы (слюнной, поджелудочной) с поверхностью тела

ФЛЕКСИЯ – сгибание.

ФЛЕКСОРЫ – мышцы, при сокращении которых происходит сгибание костей в суставах, например в суставах конечностей.

ФОЛЛИКУЛ – мешкообразная полая структура (яичниковый фолликул или впадина).

ФРОНТАЛЬНЫЙ – лобный.

ФУНКЦИИ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО АППАРАТА - различают пищеварительные и непищеварительные функции пищеварительного аппарата. К первым относятся секреторная, моторная, гидролитическая и всасывательная функции, обеспечивающие механическую и химическую обработку пищевых веществ, поступление конечных продуктов гидролиза белков, жиров и углеводов в эпителиоциты и далее в кровь, а также выведение остатков пищевых веществ из желудочно-кишечного тракта. Непищеварительные функции пищеварительного аппарата: экскреторная (выведение продуктов обмена веществ и лекарственных соединений), метаболическая (участие в регуляции общего обмена веществ), эндокринная (продукция гастроинтестинальных гормонов) и иммунная

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЕФЕКАЦИИ - функциональная система, определяющая оптимальное содержание каловых масс в прямой кишке

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ - функциональная система, определяющая оптимальный для метаболизма тканей уровень питательных веществ

ХАЛАЗЫ – это пучки скрученных волокон, состоящих из плотного белково-углеводного комплекса. Они удерживают желток в центре яйца таким образом, что зародыш всегда оказывается сверху.

ХЕМОРЕЦЕПТИВНАЯ СИСТЕМА - часть нервной системы позвоночных, состоящая из рецепторной части, проводящих путей, ядер в центральной нервной системе, анализирующих те или иные (имеющие большое значение для выживания животного) химические сигналы. Примерами хеморецептивных систем могут быть обонятельная и вкусовая системы

ХЕМОТАКСИС – движение спермиев в направлении яйцеклетки под действием определенных химических веществ.

ХОАНЫ – выход из носовой полости в носоглотку между небными и клиновидными костями черепа.

ХОНДРИОИД – вышедшее из употребления наименование митохондрий (хондриосом) у прокариот.

ХОНДРИОМ – совокупность генов, расположенных в ДНК всех митохондрий клетки (т.е. независимо от их числа в одной клетке) и обладающих собственным аппаратом считывания генетической информации, что обуславливает относительно автономный характер существования митохондрий; происхождение хондриом растений от эндосимбиотических бактерий считается доказанным.

ХОРДА – продольный тяж мезодермальных клеток, служащий внутренним скелетом зародыша.

ХОРИОН - хорион или сероза - наружная зародышевая оболочка зародыша, образующаяся на ранних стадиях развития. Через хорион зародыш получает кислород и питательные вещества, отдает продукты обмена. Хорион птиц и пресмыкающихся сливается с аллантаисом, образуя общую хориоаллантаисную оболочку, располагающуюся под подскорлуповой яйцевой оболочкой. Хорион млекопитающих покрыт ворсинками, в которые вырастают кровеносные сосуды зародыша. Ворсинки хориона внедряются в стенку матки, образуя плаценту.

ХРОМАТИН – нуклеопротеидный комплекс, составляющий хромосомы эукариотических клеток, включает ДНК, гистоны и различные негистоновые белки; термин «хроматин» введен У. Флеммингом в 1880 для описания окрашиваемых специальными красителями внутриядерных структур.

ХРОМАТОФОР – клеточная органелла водорослей, аналогичная хлоропласту, содержит пигменты и обеспечивает фотосинтез.

ХРОМОСОМЫ – самовоспроизводящиеся структуры и носители генов, подвергающиеся в период деления ядра характерным структурным изменениям. Хромосомы становятся видимыми во время митоза и мейоза. Длина хромосом определяется степенью спирализации, а их морфология в последовательности эу- и гетерохроматиновых сегментов, в локализации центромеры и в положении вторичной перетяжки.

ЦЕЛОБЛАСТУЛА – стадия зародышевого развития, один из видов бластулы; характерна для некоторых кишечнополостных, низших членистоногих, иглокожих. Целобластула образуется в результате полного радикального дробления; имеет вид пузырька, заполненного жидкостью.

ЦЕЛОМ (вторичная полость тела) – полость между стенкой тела и внутренними органами у животных; имеется у организмов, для зародышевого развития которых характерны три зародышевых листка. Образуется между внутренними и наружными листками боковых пластинок. У позвоночных из целома возникают околосоудная и брюшная полости.

ЦЕНТР РВОТНЫЙ - совокупность образований центральной нервной системы, участвующих в рвотном акте

ЦЕНТР СЛЮНООТДЕЛИТЕЛЬНЫЙ - образования центральной нервной системы, участвующие в регуляции слюноотделения

ЦЕНТР СОСАТЕЛЬНЫЙ - образования центральной нервной системы, обеспечивающие акт сосания

ЦЕНТРИОЛИ – тельца, из которых состоит центросома. Они принимают участие в образовании шейки спермия, для этого дистальная центриоль делится на две части переднюю и заднюю.

ЦЕНТРОМЕРА – участок моноцентрической хромосомы, в котором сестринские хроматиды соединены между собой и в области которой прикрепляются нити веретена, обеспечивающие движение хромосом к полюсам деления; обычно прицентромерные районы генетически инертны (гетерохроматинизированы); у голоцентрических хромосом локализованной центромеры нет (диффузная центромера), очень часто в качестве синонима понятия «центромера» используется термин «кинетохор», однако эти элементы структурно дифференцированы (по Л.А. Арэфьеву, Л.А. Лисовенко, 1995).

ЦЕНТРЫ ВКУСОВЫЕ - образования нервной системы, принимающие участие в анализе вкусовых ощущений

ЦЕНТРЫ ГЛОТАНИЯ - образования нервной системы, участвующие в управлении глотательными движениями

ЦЕНТРЫ ДЕФЕКАЦИИ - образования нервной системы, обеспечивающие процесс опорожнения толстого кишечника

ЦЕНТРЫ ЖАЖДЫ - образования нервной системы, поддерживающие постоянство водного баланса в организме

ЦЕНТРЫ ЖЕВАНИЯ - образования нервной системы, обеспечивающие нормальный процесс пережевывания пищи

ЦЕНТРЫ НАСЫЩЕНИЯ И ГОЛОДА - образования нервной системы, регулирующие прием пищи и прекращение акта еды

ЦЕНТРИОЛЬ – клеточная органелла, входит в состав клеток большинства животных и грибов; во многих случаях центриоль является элементом митотического аппарата (в частности, в клетках имагинальных дисков дрозофил каждая центриоль, окруженная перичентриольярным веществом, представляет собой цилиндрическое образование, состоящее из девяти триплетов микротрубочек); процесс воспроизводства центриоли автономен, хотя и связан по времени с синтетическим периодом митоза.

ЦИТОГЕНЕТИКА исследует структурные основы хранения и передачи наследственного материала клеток.

ЦИТОКЕРАТИНЫ – структурные белки, входящие в состав промежуточных микрофиламентов цитоскелета, характерных для клеток эпителиальной ткани.

ЦИТОЛИЗ – полное или частичное разрушение клеток, происходящее с участием лизосом и обычно сопровождающее патологическое состояние.

ЦИТОПАТОЛОГИЯ изучает развитие патологических изменений в клетках при действии болезнетворных и повреждающих факторов.

ЦИТОФИЗИОЛОГИЯ рассматривает структурное обеспечение функционирования клеток.

ЦИТОФОТОМЕТРИЯ – метод количественного анализа содержимого клеток, основанный либо на определении спектральных свойств исследуемых компонентов (микроспектрофотометрия – ее принципы разработаны Т. Касперссоном в 1936 г.), либо на измерении количества связывающего определенный краситель материала (цитофотомерия ДНК с окраской по Фельгену и др.).

ЦИТОХИМИЯ изучает локализацию и содержание химических веществ в клетках.

ЦИТОХРОМОКСИДАЗА – фермент из семейства цитохромов (дыхательный фермент), локализованный в митохондриях, непосредственно взаимодействующий с кислородом, катализирует окисление цитохрома с молекулярным кислородом; у млекопитающих состоит из 13 субъединиц: 3 основных каталитических (I, II, III – кодируются митохондриальным геномом) и 10 минорных, кодируемых ядерным геномом; цитохромоксидаза включает атомы меди.

ЦИТОЭКОЛОГИЯ исследует влияние экологических факторов на структурно-функциональную организацию клеток.

ЧЕЛЮСТИ – у животных органы захватывания и часто размельчения пищи, основа среднего и нижнего отделов лицевой части головы.

ЧАСТИЧНОЕ ДРОБЛЕНИЕ – дробление, распространенное у рыб, рептилий, птиц и характерное для полителолецитальных яиц. В дроблении участвует только лишенный желтка поверхностный слой апикального полюса зиготы, так как здесь находятся ядро клетки и цитоплазма без желтка.

ЧЕРЕП – скелет головы позвоночных.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВКУСОВАЯ - специфическая способность реагировать на химический состав веществ, попадающих на рецепторы ротовой полости с целью определения степени пригодности для употребления их в качестве пищи

ШЕРСТЬ – волосяной покров млекопитающих, используемый для изготовления пряжи, тканей, войлока и других изделий. Шерсть состоит из волокон двух категорий: покровного волоса и подпуши (подшерстка). Шерсть – белковое соединение типа кератина.

ЩЕТОЧНАЯ КАЕМКА - специализированная структура апикальной части ряда клеток, например энтероцитов, образуемая микроворсинками

ШЕЯ – часть тела, соединяющая голову с туловищем. Передняя граница шеи проходит по линии, проведенной по переднему краю крыла атланта вниз к углу нижней челюсти, задняя – по краниальному краю предлопаточной области глубокого грудного мускула и лопатки.

ШКУРА – снятая с туши или трупа животного кожа с волосяным (шерстным) покровом. Используется как кожевенное или меховое сырье.

Шкура состоит из трех основных слоев, подкожной клетчатки, дермы и эпидермиса. При выработке кожи используют дерму. Подкожную клетчатку и эпидермис с волосным покровом удаляют. При выработке меха удаляют только подкожную клетчатку. В состав шкуры входят белки, жиры, углеводы, минеральные вещества и вода.

ЭЗОФАГОКАРДИОГРАФИЯ - регистрация механической активности сердца с помощью датчика, введенного в пищевод на уровне сердца

ЭЗОФАГОСКОПИЯ - метод исследования пищевода, заключающийся в осмотре его внутренней поверхности с помощью специального прибора - эзофагоскопа

ЭЗОФАГОСТОМИЯ - хирургическая операция создания наружного свища пищевода

ЭЗОФАГОТОМИЯ - операция рассечения пищевода у собак для проведения опытов с так называемым «мнимым кормлением»

ЭКЗОЦИТОЗ - наиболее распространенный механизм внешней и внутренней секреции, при котором секреторные гранулы, наполненные секретиремым материалом и покрытые липопротеиновой мембраной, приблизившись к внутренней поверхности мембраны клетки, контактируют и сливаются с ней. В одной из точек мембраны возникает отверстие, через которое во внешнюю среду (в ряде случаев - в межклеточное пространство) выбрасывается содержимое гранулы

ЭКСКРЕМЕНТЫ - содержимое дистального отдела толстой кишки, выделяющееся при дефекации

ЭКСКРЕТЫ - конечные продукты обмена веществ, выделяемые из организма экскреторной системой

ЭКСКРЕЦИЯ - совокупность физиологических процессов, направленных на освобождение организма от конечных продуктов обмена, чужеродных веществ, а также избытка воды, минеральных и органических веществ, поступивших с пищей или образовавшихся в процессе метаболизма

ЭКСТЕНЗИЯ – разгибание.

ЭКТОДЕРМА - наружный клеточный слой зародыша, дающий начало развитию нервной системы (нейроэктодерма), эпидермиса с производными и поверхностного эпителия с железами начального отдела гастропульмональной системы

ЭЛЕКТРОГАСТРОГРАММА - кривая, отражающая изменения во времени электрической активности гладких мышц желудка при исследовании его моторной функции

ЭЛЕКТРОГАСТРОГРАФИЯ - метод исследования электрической активности гладких мышц желудка, применяемый для изучения его моторной функции

ЭМБРИОЛОГИЯ – наука о предзародышевом развитии организма (образование половых клеток), оплодотворении, зародышевом и личиночном развитии организма. Выделяют эмбриологию животных и человека и

эмбриологию растений. Различают общую, сравнительную, экспериментальную и экологическую эмбриологию.

ЭМБРИОН – то же, что зародыш животных и человека.

ЭНДОПЛАЗМАТИЧЕСКИЙ РЕТИКУЛУМ (эндоплазматический ретикулум, эндоплазматическая сеть) – клеточная органелла эукариот, представляет собой систему однослойных мембран, образующих одну непрерывную поверхность, которая ограничивает единое замкнутое пространство (полость эндоплазматического ретикулума – содержит комплекс мелких вакуолей и канальцев), играет центральную роль в биосинтезе макромолекул (белков, липидов и сложных углеводов), используемых для сборки других органелл клетки; выделяют две функционально различающиеся области эндоплазматического ретикулума – гладкий (агранулярный) и шероховатый (гранулярный) – по отсутствию или наличию прикрепленных к нему рибосом.

ЭНДОЦИТОЗ - процесс активного поступления твердых и жидких материалов из внешней среды внутрь клетки, широко распространенный во всех типах клеток

ЭНТЕРАЛЬНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА - термин, введенный для обозначения интрамуральной нервной системы кишки, которая включает межмышечное и подслизистое сплетения

ЭНТЕРОГАСТРАЛЬНЫЙ РЕФЛЕКС - торможение моторной и эвакуаторной функции желудка в ответ на раздражение механо- и хеморецепторов двенадцатиперстной и тощей кишки

ЭНТЕРОПЕПТИДАЗА (энтерокиназа) - протеолитический фермент из группы эндопептидаз, представляющий собой гликопротеид, синтезируется энтероцитами, главным образом в двенадцатиперстной кишке, и действует на поверхности мембраны щеточной каймы

ЭНТОДЕРМА - внутренний листок трехслойного зародыша позвоночных, дающий начало эпителию кишечной трубки и его железистым производным (печень, поджелудочная железа), т.е. внутренний зародышевый листок, образовавшийся во время деления клеток бластодермы.

ЭПИБОЛИЯ – обрастание. Мелкие интенсивно делящиеся клетки обрастают зону более крупных клеток, обладающих низкой митотической активностью. В этом случае бластоцель всегда незначителен, сдвинут к апикальному полюсу, бластодерма многослойна.

ЭПИДЕРМИС – поверхностный слой кожи, многослойный плоский эпителий, наружные слои которого подвергаются ороговению. В эпидермисе различают четыре слоя: ростковый, зернистый, блестящий и роговой. Эпидермис животных пигментирован по всей поверхности или в виде пятен. Эпидермис не имеет кровеносных сосудов, его питание происходит тканевой жидкостью. Обладая общими свойствами эпителиальной ткани, выполняет защитную функцию.

ЭПИКЕРАС – ростковый слой эпидермиса рога.

ЭПИТЕЛИЙ - ткань, выстилающая поверхность тела, слизистые и серозные оболочки, а также образующая большинство желез организма

ЭПИФИЗ – участок кости, имеющий самостоятельную точку (точки) окостенения и участвующий в образовании сустава.

ЭСТЕРАЗЫ - ферменты класса гидролаз, катализирующие реакции расщепления эфирной связи в органических соединениях

ЭУКАРИОН – ядро эукариотической клетки.

ЭУКАРИОТЫ – организмы (высшие животные и растения, грибы, одно- и многоклеточные водоросли – кроме сине-зеленых – и простейшие), клетки которых содержат сформированное ядро; ядерная ДНК входит в состав хромосом, содержащих гистоны и некоторые негистоновые белки, и организована в виде хроматина, термин «эукариоты» предложен Э. Шаттоном в 1937 г, он впервые установил принципиальные отличия эукариот и прокариот; одним из наиболее древних эукариот признается лямблия.

ЭЯКУЛЯТ – одна порция выделенного семени у животного, в которой содержатся десятки миллионов и даже миллиардов спермиев.

ЯДЕРНАЯ ОБОЛОЧКА (кариотека, кариолемма) – липопротеидная оболочка, отделяющая содержимое ядра от цитоплазмы в эукариотической клетке; состоит из двух липопротеидных мембран, разделенных перинуклеолярной полостью; ядерная оболочка характеризуется наличием структур, образующих поры.

ЯДЕРНО-ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ – комплекс процессов взаимодействия ядра и цитоплазмы, обеспечивающих структурно-функциональное единство клетки, важным фактором ядерно-цитоплазматического взаимодействия является перенос из цитоплазмы в ядро через ядерную оболочку предшественников белков, ферментов, тубулинов и транспорт различных форм РНК, рибонуклеопротеинов из ядра в цитоплазму, к ядерно-цитоплазматическому взаимодействию иногда относят процессы взаимодействия ядерного и плазматического геномов.

ЯДЕРНЫЙ ПОРОВЫЙ КОМПЛЕКС (комплекс поры) – кольцевая структура, составленная восьмью белковыми гранулами, окаймляющая поры в кариолемме; ядерный поровый комплекс пронизывает перинуклеарное пространство, выстилая канал поры (через него осуществляется транспорт молекул из ядра в цитоплазму и обратно) в зоне контакта внутренней и внешней ядерной мембраны; ядерный поровый комплекс содержит в своем просвете аннулы; молекулярная масса одного ядерного порового комплекса 124 000 кД.

ЯДЕРНЫЙ СКЕЛЕТ (матрикс) – опорная структура ядра, составленная периферической пластинкой и пронизывающими ядро тяжами, имеющими окончательно не выясненную биохимическую природу, в специфических зонах с ядерным скелетом контактирует хроматин и гетерогенные рибонуклеопротеиновые комплексы; по мнению некоторых специалистов, ядерный скелет – структура, «остающаяся» в ядре после удаления хроматина и образованная остаточными ядерными белками и в строгом смысле

являющаяся артефактом, т.е. результатом разрушения нативной структуры ядра.

ЯДРО – органелла подавляющего большинства эукариотических организмов, вторично ядро может элиминироваться (например, в зрелых эритроцитах млекопитающих); в ядрах находится основная часть наследственной информации клетки (ядерный геном), что обуславливает его ведущую роль в управлении клеточной жизнедеятельностью.

ЯДРО ДОБАВОЧНОЕ – небольшое тельце, обнаруживаемое в ооцитах некоторых насекомых и имеющее двойную мембрану, добавочные ядра отшнуровываются от основного ядра и могут размножаться путем прямого деления.

ЯДРО ПЛАСТИДНОЕ – компактная структура, образованная пластидной ДНК и группой ассоциированных с ней специфических белков (их число, состав и распределение значительно варьируются, что связывается с особенностями регуляции функций пластидного генома).

ЯДРО ЯЙЦЕКЛЕТКИ – шаровидной формы и большого размера, построено, как и у соматических клеток из хроматина, ядрышка, кариолеммы и кариолимфы, содержит гаплоидный набор хромосом.

ЯДРЫШКО – плотное сферическое внутриядерное тело, состоящее из РНК, белка, липидов и т.п., обычно заключенное в специфический сегмент ядрышковой хромосомы, который и регулирует активность ядрышка; активно от телофазы до следующей профазы.

ЯДРЫШКО ДВОЙНОЕ – ядрышко, включающее два отчетливо идентифицируемых при окрашивании структурных компонента (базофильный и оксифильный).

ЯДРЫШКОВАЯ ХРОМОСОМА – хромосома, на которой локализован ядрышковый организатор.

ЯДРЫШКОВОГО ОРГАНИЗАТОРА РАЙОН – хромосомный локус генов мультигенного семейства рибосомной РНК, участвующих в формировании ядрышка; для выявления района ядрышкового организатора используется метод серебрения, число и распределение районов ядрышкового организатора по хромосомам кариотипа является кариотаксономическим признаком – у многих организмов в кариотипе содержится два района ядрышкового организатора (на паре гомологичных хромосом), иногда больше двух (у многих млекопитающих), некоторым видам характерна индивидуальная изменчивость числа районов ядрышкового организатора.

ЯДРЫШКОВЫЙ ДОМЕН – участок стабильного расположения ядрышка, включающий фибриллярный центр, фибриллярный и гранулярный компоненты, а также транскрибирующую гены рРНК РНК-полимеразу, ядрышковый домен – один из крупнейших компартментов в упорядоченной структуре интерфазного ядра.

ЯДРЫШКОВЫЙ ОРГАНИЗАТОР – кластер генов рРНК, место локализации которого на хромосоме обозначается как район ядрышкового организатора и обнаруживается с помощью метода импрегнации серебром.

ЯЗЫК - непарный вырост дна ротовой полости у позвоночных животных и человека. У наземных позвоночных язык представляет собой мышечный орган, обладающий самостоятельной подвижностью, наиболее выраженной у млекопитающих

ЯЙЦЕКЛЕТКА – ооцит, женская половая клетка растений и животных, из которых может развиваться новый организм в результате оплодотворения или путем партеногенеза.

ЯЙЦО – зрелая женская половая клетка, соответствующая мужской половой клетке – спермию. Содержит гаплоидное число хромосом с одной X-хромосомой.

ЯИЧКО – мужская половая железа, размещающаяся в мошонке.

ЯИЧНИК – женская половая железа (половая железа самки животного).

ЯЙЦЕВОД – трубчатый орган (обычно парный) у самок и у женщин по которому яйца проходят из яичников в матку. У пресмыкающихся и птиц – место образования белковой оболочки и скорлупы яйца. У млекопитающих средний отдел срастающихся яйцеводов образует матку, нижний – влагалище.

ЯЙЦЕВЫЕ ОБОЛОЧКИ – оболочки яйцеклеток у большинства животных. Первичная яйцевая оболочка образована самим яйцом (желточная), вторичная (хорион) – за счет секретов окружающих яйцо фолликулярных клеток; третичная – выделениями желез стенок половых путей.

ЯЙЦЕЖИВОРОЖДЕНИЕ – способ воспроизведения потомства, при котором зародыш полностью развивается в яйце, находящемся в теле матери, но освобождается от яйцевых оболочек после откладки яйца.

ЯЙЦЕРОЖДЕНИЕ – способ воспроизведения потомства, при котором зародыш развивается в яйцах, отложенных во внешнюю среду.

*Основными источниками формирования раздела «Краткий словарь терминов» явились словники энциклопедических словарей медицинских терминов, а также книги «Ветеринарная энциклопедия» (М.: Сов. энциклопедия, 1968-1976), «Энциклопедический словарь медицинских терминов» (М.: Сов. энциклопедия, 1982), а также ряд широко используемых в России учебников и учебных пособий, других публикаций. Все термины раздела расположены в алфавитном порядке. Если термин представляет собой словосочетание, то в нем может быть применен, либо прямой, либо обратный порядок слов. Такая инверсия используется в терминах, представляющих собой словосочетание, часть которого является самостоятельным термином. Некоторые из терминов представляют лишь исторический интерес, но оставлены, так как еще встречаются в ряде учебных изданий. Поскольку словарь является сводом терминов, он не претендует на нормативность, но может способствовать упорядочению и стандартизации полученных знаний.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ИГ - индекс грацильности

ИМ - индекс массивности

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузин Ф.А. Кандидатская диссертация / Ф.А. Кузин. - М.: Ось -89, 1998. -208 с.
2. Райзберг Б.А. Диссертация и ученая степень / Б.А. Райзберг. – М.: Инфра-М, 2010. – 240 с.
3. Слесаренко Н.А. Методологические основы послевузовского профессионального образования по морфологии животных / Н.А. Слесаренко, Р.Ф. Капустин // Морфология. - 2008. - Т. 133. - № 2. - С. 124.

SUMMARY

Slesarenko N.A. Diagnostics of diseases and animals' therapy, pathology, oncology and morphology of animals: textbook for independent work in the direction of training 36.06.01 – "veterinary and zootechnics", orientation (profile) - diagnostics of diseases and animals' therapy, pathology, oncology and morphology of animals/ N.A. Slesarenko, R.F. Kapustin. - Maiskii: Belgorod State Agrarian University named after V.J. Gorin, 2017. - 186 pp

Tutorial preparation 36.06.01 – "veterinary and zootechnics", orientation (profile) - diagnostics of diseases and animals ' therapy, pathology, oncology and morphology of animals focuses on independent work in the acquisition and validation of knowledge, it is not intended to repeat or replace the contents of the main textbooks, workshops, monographs, and focus on control and self-knowledge with the purpose of in-depth study of the theoretical and methodological foundations of research in diagnostics of illnesses and therapy of animals, pathology, Oncology and morphology of animals, to master the methodology of scientific knowledge; formation of professional readiness for independent scientific research and pedagogical activity; formation of skills of using of modern information and communication technologies in research and teaching; mastery of General scientific methods of scientific analysis.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Накопленный к настоящему времени практический опыт свидетельствует, что многолетнее клеточное разведение пушных зверей мало повлияло на их биологическую природу [В.А. Афанасьев, 1972; С.Н. Боголюбский, 1972; В.А. Берестов, 1981], так как в необычных условиях они все же сохраняют биологический стереотип своих диких сородичей (ритмы размножения, линьки, обмена веществ, многие поведенческие реакции). Однако, с другой стороны, постоянное воздействие на организм ряда несвойственных природным биоценозам факторов, при отсутствии эволюционно закрепленных механизмов их парирования, привело к заметному ослаблению морфофизиологической конституции зверей, их жизнеспособности, репродуктивной активности, к прогрессирующей дефектности волосяного покрова и появлению прижизненных пороков

шкурки [Д.К. Беляев, Л.Г. Уткин, 1960; Г.А. Кузнецов, Г.М. Дивеева, 1969; Д.Ш. Перельдик и соавт., 1970; С. Bean, 1970; Н. Poulsen, 1971; К. Solberg, O. Streitlien, 1977; Е.Д. Ильина, 1978]. По данным Е.Д. Ильиной (1978), в лучших хозяйствах, разводящих зверей количество бездефектной продукции составляет 60%, в худших по показателям - всего 10%. По-видимому, эти изменения отражают приспособление к необычным, экстремальным для животных условиям существования, где одним из постоянно действующих факторов является ограничение двигательной активности.

С одной стороны, совокупность описанных изменений можно было бы отнести к категории физиологической изменчивости, по меньшей мере по критерию способности к воспроизведению потомства, которая сохраняется у них, хотя и со снижением плодовитости. С другой стороны, есть основания предполагать, что в данных условиях имеет место нарушение многих физиологических отправлений организма, и, по всей вероятности, координации их регуляции, что может существенно снижать возможности метаболических адаптаций организма животных. Другими словами, изучаемый вопрос тесно примыкает к проблеме адаптации, в частности, здорового организма к экстремальным условиям внешней среды, имеющей большое теоретическое и прикладное значение и, вместе с тем, далеко еще не получившей четкой разработки [А.П. Авцын, 1972; С.С. Вайль, 1972; В.П. Казначеев, 1980]. Последняя сдерживается не только из-за отсутствия общепринятых дефиниций, но и достаточно информативных критериев оценки и прогнозирования состояния организма в конкретных условиях.

В наших исследованиях, на основе положений об общем отрицательном воздействии гипокинезии на многие функциональные системы организма и, в первую очередь, на опорно-двигательный аппарат [В.В. Куприянов, 1973; Е.А. Коваленко, Н.Н. Гуровский, 1980; В.С. Оганов, 1983; И.В. Хрусталева, 1984; М.Г. Привес, 1986] в качестве морфологического индикатора состояния организма животных избран скелет по следующим соображениям. Во-первых, эта та система, которая образует физическую основу тела и опорно-двигательные конструкции аппарата движения. Его совершенствование адекватно биомеханическим условиям среды в процессе естественного отбора явилось одним из прогрессивных факторов биологической эволюции [С.Э. Шноль, 1979]. Во-вторых, в организме млекопитающих скелет полифункционален и помимо опорной функции, является также ареной кроветворения, депо минерального обмена и др. Наконец, в общем процессе развития скелету принадлежит особое место, так как в нем в течение всего онтогенеза происходят перестройки, обусловленные биологической пластичностью кости как органа и обеспечивающие гармонию между механической задачей и морфологической структурой. Костная ткань, при ее большой плотности, механической прочности и внешне кажущейся инертности, способна отвечать на воздействие внешних условий определенными перестройками, сущность и масштабы которых зависят от характера действия фактора и реактивности организма [Б.И. Коган, 1986; А.П.

Сорокин, 1986]. Можно полагать, что при постоянном пребывании зверей в условиях ограниченной двигательной активности, в отдельных системах могут проявляться такие адаптации и компенсаторные механизмы, которые в значительной степени нивелируют отклонения, вызываемые гипокинезией [И.Г. Красных, 1969; В.Г. Ковешников, 1978; А.А. Прохончуков и соавт., 1984]. Иначе говоря, организма ценой определенных издержек не только отстаивает право на существование в необычных условиях, но и сохраняет свои основные свойства. В каких масштабах проявляются подобные адаптации и какими средствами и режимами можно помочь организму справиться при минимальных потерях с влиянием неадекватных условий, остается пока не вполне ясным. Отсутствие определенности в трактовке имеющихся данных о сущности системных изменений в структурной организации костно-суставного аппарата, с одной стороны, и практические задачи совершенствования профилактических мероприятий и оптимизации режимов содержания животных, направленных на повышение экономической эффективности отрасли - с другой, делают актуальным и необходимым детальное изучение морфоадаптивных преобразований в организме пушных зверей, возникающих под влиянием факторов внешней среды.

Без глубокого понимания сущности морфологических изменений, в кости на всех уровнях ее структурной организации, происходящих под влиянием биодинамического фактора, вряд ли компетентно можно решать вопросы профилактики состояния костно-суставного аппарата и его реабилитации при резко ограниченной двигательной активности человека и животных. Полученные при этом результаты можно использовать при диагностике, прогнозировании физиологического состояния животных, выявлении доклинических форм патологии опорно-двигательного аппарата, рационализации режимов содержания в промышленном звероводстве с целью повышения его экономической эффективности. Поэтому целью нашего исследования стало выяснение закономерностей роста, развития, структурной организации длинных трубчатых костей и адаптивных перестроек в них у пушных зверей (соболь, норка, лисица) при различных условиях их обитания (природные биоценозы и клеточный режим содержания), разработка на этой основе методов анализа и критериев оценки структурно-функционального состояния скелета животных. Для достижения этой цели были решены следующие задачи: 1) проведен сравнительный анализ особенностей структурного формирования скелета на примере длинных трубчатых костей у соболя, норки и лисицы в естественных условиях и при клеточном содержании (в условиях гипокинезии); 2) прослежена возрастная динамика изменений в структурах кости у диких пушных зверей и разводимых в неволе; 3) изучены основные закономерности морфогенеза суставного хрящевого покрытия длинных трубчатых костей у пушных зверей и его особенности в связи с различиями в их динамической активности; 4) выявлены характер и масштабы проявлений структурных перестроек в кости как органе и ее тканевых компонентов у пушных зверей из природных

биоценозов и звероводческих хозяйств; 5) разработаны адекватные способы прижизненной оценки структурно-функционального состояния скелета в условиях промышленного звероводства.

На основе анализа полученных данных были сформулированы следующие положения, раскрывающие основные закономерности структурной адаптации скелета пушных зверей к различным биодинамическим нагрузкам: 1) механическая нагрузка, испытываемая костью и динамика ее распределения в постнатальном онтогенезе - условия, задающие характер морфогенетических процессов формирования скелета. Большой объем динамических механических стимулов, испытываемых в процессе жизнедеятельности животными из природных популяций, определяет более высокий уровень физиологической перестройки их костей в сравнении с особями, разводимыми в клетках, у которых гипокинезия приводит к снижению темпов реконструкции кости и замедлению остеопластических процессов; 2) высокий уровень физиологической перестройки кости, сопровождающийся гетерогенностью ее микромеханических свойств и анизотропией денситометрических характеристик, является важной предпосылкой ее высоких приспособительных возможностей в меняющемся «механическом поле». Торможение и в целом более низкий уровень процессов ремоделирования внутренней архитектоники костной ткани в условиях гипокинезии существенно снижает ее адаптационный потенциал; 3) резкое уменьшение динамической составляющей в биомеханике двигательного поведения у животных при клеточном содержании влечет за собой изменения структурного адаптациогенеза как вследствие самой побуждающей причины, так и в результате торможения реализации наследственной программы морфогенеза; 4) адаптационная пластичность структур суставного хряща, выражается в характере распределения хрящевого покрова по площади сочленовной поверхности, соотносительном развии структурных зон в нем, последовательности формирования зональной citoархитектоники, определяется условиями статолокомоторной нагрузки, испытываемой различными отделами сочленения. Условия длительной гипокинезии сказываются на структурной состоянии суставного хряща. Происходящие при этом изменения динамического режима работы сустава проявляются рядом отклонений в распределении в нем хрящевого покрова; 5) действие фактора ограниченной динамики на организм пушных зверей в условиях клеточного режима их содержания носит системный характер, затрагивает клеточный и тканевой уровни адаптации и сопровождается не только структурными перестройками скелета, но и других производных соединительной ткани и, в частности кожного покрова.

Таким образом, комплекс современных методов макро- и микроморфологии на различных структурных уровнях длинных трубчатых костей позволил впервые изучить закономерности формирования и адаптивных перестроек в скелете пушных зверей из природных биоценозов и

разводимых в условиях звероводческих хозяйств. На основе сопоставления данных о структурном состоянии скелета у животных одного и того же таксономического ранга, но находящихся в условиях различной биодинамики показано, что динамические механические нагрузки являются одним из факторов, определяющих не столько уровень ростовых процессов, протекающих в кости, сколько масштабы адаптивного ремоделирования микроархитектоники костной ткани. Установлено, что длительная гипокинезия приводит к замедлению темпов остеопластического процесса и внутренней реконструкции кости. Подробно охарактеризована макроархитектоника, макро- и микромеханические свойства и топографическое распределение денситометрических показателей в трубчатых костях в связи с особенностями статодинамической нагрузки. На основании полученных данных пересмотрены существующие представления по морфогенезу и биоморфологии суставного хряща, выявлены структурные адапции в нем в условиях различной биомеханической нагрузки на суставы. В результате поисков относительно простых легко интерпретируемых критериев прижизненной оценки структурного состояния скелета животных показана актуальность цветной микрорентгеноденсиметрии на основе аналоговой и дискретной дешифровки рентгенограмм, которая позволяет с большой точностью оценивать качественное и количественное распределение структурной плотности по отдельным зонам каждого звена скелета [авторское свидетельство № 1130321 1984 г., СССР]. Данные об особенностях структурной организации и адаптивного ремоделирования кости с учетом биодинамического фактора являются существенным вкладом в морфологию опорно-двигательного аппарата животных. Они представляют также интерес для общей физиологии скелета, для теории и практики гравитационной физиологии, спортивной медицины, физиологии труда.

Результаты исследований скелета у пушных зверей при различных условиях их биодинамики (природные биоценозы и клеточный режим содержания) свидетельствуют о широких возможностях приспособительных перестроек кости как органа на всех уровнях ее структурной организации. Подтверждение положения о высокой мобильности костной системы служит теоретическим обоснованием практически значимому выводу о принципиальной возможности и необходимости путем целенаправленного воздействия на скелет усиления адаптивных свойств разводимых животных. Разработаны и апробированы в практике промышленного звероводства способы прижизненной рентгенодиагностики структурного состояния скелета животных и отклонений в его развитии. Результаты исследований целесообразно использовать в качестве морфоиндикаторов при оценке и прогнозировании состояния здоровья зверей, а также для дальнейшего совершенствования и корректирования режимов их содержания, рационов кормления и профиактики заболеваний. Они могут быть использованы как нормативные в диагностике опорно-двигательного аппарата.

Считаем своим приятным долгом высказать благодарность рецензентам за ценные предложения. Авторы будут рады принять замечания и пожелания читателей по электронному адресу romankapustin@mail.ru.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МОРФОЛОГИЯ СКЕЛЕТА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Костная система всегда вызывала большой интерес представителей различных областей биологии, ветеринарии и медицины, порождаемый совершенно очевидной ролью кости во многих жизненно важных процессах. Образуя физическую основу тела и опорно-динамические контрукции аппарата движения, она является в то же время ареной кроветворения, минерального обмена, выполняет функцию гомеостатического регулирования ионного состава жидкостей организма [А.Я. Фриденштейн, К.С. Лалыкина, 1973]. Старая истина, что костная ткань, как и все прочие биоткани, в организме живет и обновляется, подтверждена в настоящее время электронной микроскопией, электронной гистохимией, автордиографией и т.д. [S. Jowsey, 1965; A. Boyde et al., 1970, 1972; D. Cameron, 1972; K.U. Knese, 1972; R.L. Frank et al., 1974; E.A. Tonna, 1973; J. Reynolds, 1976; R.A. Luben, 1977; П.М. Мажуга, 1978; I. Turner, 1980; C. Wink, 1982; A. Partiff, 1983; E. Roy et al., 1984; А.А. Докторов, Ю.И. Денисов-Никольский, 1981, 1982, 1985; P. Bergmann, 1986]. Frost Н.М. (1964) считает костную ткань модельной системой: «... как биологический индекс, пишет автор, который аргументирует в собственной стенографической записи события и внутренние гомеостатические силы, сопровождают рост, созревание, старение и болезни ...». Главная сущность развития любой системы заключается в последовательности становления частей в целом, затрагивающего структурные и функциональные уровни. В этом сложном процессе на адаптивной основе возникают определенные дифференцировки, вносящие коррективы как в отдельные развивающиеся системы, так и в статус организма в целом. В общем процессе развития скелету принадлежит особое место, так как в нем в течение всего онтогенеза происходят перестройки, обусловленные биологической пластичностью кости как органа и обеспечивающие гармонию между механической задачей и морфологической структурой.

В связи с этим изменения в динамическом состоянии организма всегда фиксируются в структурах его костной системы. Приспособляемость к механическим требованиям, возникающим в результате сдвигов в опорно-локомоторной функции, сыграла ведущую роль в исторических преобразованиях скелетной системы. Постоянное проявление такой взаимосвязи в эволюции животного мира и породило все то разнообразие адаптивных форм в скелете, которое наблюдается у представителей ныне живущих и ископаемых видов позвоночных. Его совершенствование адекватно биомеханическим условиям среды в процессе естественного отбора явилось одним из прогрессивных факторов биологической эволюции [С.Э. Шноль, 1979]. Интересуясь проблемами роста и морфогенеза опорно-

двигательного аппарата, исследователи не могли пройти мимо вопроса касающегося закономерностей формирования скелета млекопитающих и его перестроек под влиянием изменяющейся биомеханической нагрузки. Ведь проблема адаптации не нова, и к ней неоднократно возвращались исследователи, вскрывая различные стороны этого биологического феномена. При всей перспективности и всесторонней значимости этого направления, развитие его отстает от требований науки и практики в связи с ограниченными знаниями об адаптивных особенностях представителей различных экологических групп, характере функциональных и структурных перестроек организма в ответ на изменение среды [Э.В. Ивантер и соавт., 1985]. Разноречивость трактовок по этому поводу общеизвестна и вытекает, по-видимому, из фактического отсутствия единого универсального механизма процесса адаптации.

Ряд авторов [А.Н. Северцов, 1945; И.А. Аршавский, 1975 и др.] широко трактуют это понятие, включая в него любые физиологические реакции, и не выделяют специфические признаки данного явления. В основе механизма адаптации исследователи видят результат приспособления биологических систем к адекватным условиям внешней среды, которые соответствуют генофенотипическим конституциональным свойствам организма в данный момент его существования. Жизнедеятельность же организма в неадекватных условиях требует включения дополнительных механизмов, обеспечивающих его функционирование. Возможно, адаптация и есть процесс жизнедеятельности организма в неадекватных условиях среды с сохранением оптимального соотношения жизненных функций [А.М. Чернуха, 1976]. Если же выявляется недостаточность компенсаторно-приспособительных механизмов и их нарушение, то возникает новое качество – патология процесса адаптации. Исходя из этого в жизнедеятельности организма в связи с внешними (адекватными и неадекватными) условиями выделяется четыре качественно различных состояния: 1) физиологическое; 2) состояние напряжения; 3) адаптация; 4) патология [А.М. Чернуха, 1976]. Недостаточность механизмов адаптации означает снижение надежности биосистемы и приводит к развитию новой формы жизнедеятельности, которая рассматривается как болезнь [И.В. Давыдовская, 1968]. Так определены критерии адаптации биологической системы в биологическом и физиологическом отношении [В.П. Казначеев, 1980], согласно которым в биологических критериях – адаптация процесс сохранения и развития биологических свойств вида, популяции, биоценозов, обеспечивающий прогрессивную эволюцию системы в неадекватных условиях среды. В физиологических критериях адаптация – процесс поддержания функционального состояния гомеостатических систем и организма в целом, обеспечивающий его сохранение, развитие, максимальную продолжительность жизни в неадекватных условиях.

В основе эволюции животного мира также лежит процесс адаптации через изменчивость, отбор и наследственность [И.И. Шмальгаузен, 1935]. С

понятием адаптации также связывают те морфофизиологические преобразования, которые обогащают организм длительными энергитическими и структурными потенциалами [И.А. Аршавский, 1985], в связи с чем повышаются его рабочие возможности в среде. Обсуждая эту проблему, можно охарактеризовать эти преобразования, возникшие у животных в процессе domestikации, как проявление дезадаптации или общей деспециализации, поскольку животных приобретают черты узкоспециализированности или пассивного уравнивания с теми условиями среды, какие созданы для них человеком. По нашему мнению, неоправданно оценивать морфофункциональные domestikационные преобразования как дезадаптивные. Ведь под феноменом адаптации можно понимать ряд компенсаторно-приспособительных механизмов, возникающих у здорового организма в неадекватных условиях внешней среды; как только проявляется перегрузка адаптационных механизмов или их недостаточность, организм не в состоянии приспособиться к необычным для него условиям существования, наступает срыв адаптации, то есть возникает болезнь.

Однако четкую грань между физиологическими и патологическими категориями жизнедеятельности провести очень трудно. Для расшифровки интимных механизмов приспособительных структурных изменений необходимо учитывать также масштабы тканевой адаптации [С. Кромпехер, 1964]. Как же рассматривается проблема адаптации кости к изменениям механической нагрузки? Прежде всего с двух позиций: 1) как физиологическая [В. Kummer, 1962, 1972; Н.М. Frost, 1964; J.D. Currey, 1984], и как 2) биомеханическая [F. Pauwels, 1965]. Следует согласиться с мнением о том [Х.А. Янсон, 1975], что оба вида приспособления кости имеются всегда, но их механизмы отличаются. Как известно, проявление физиологической адаптации, связанной с метаболическими процессами в кости, являются все те процессы, в результате которых изменяются ее макро- и микроархитектоника, химический состав в ответ на изменение внешних условий.

Выражением биомеханической адаптации являются особенности ее внешней архитектоники, структуры и свойств как результат приспособления к физиологическим условиям нагружения [I. Koch, 1917; Grünewald, 1919; F. Pauwels, 1968; D. Ackerman et al., 1972; Х.А. Янсон, 1975; И.В. Кнетс, 1979]. На основании инженерного анализа построения кости установлено, что скелетные звенья конечностей устроены на принципе функциональной адаптации к условиям жизнедеятельности, при котором максимальная жесткость биоткани достигается при минимальной затрате материала [F. Pauwels, 1965; И.В. Кнетс, 1980; A. Ascenzi, G. Bell, 1972; I.C. Behrens, P.S. Walker, 1974]. Разнообразие функций костей обуславливает их оптимальные конструкции [J.D. Currey, 1984]. Перекладины губчатого вещества образуют в трубчатых костях изменчивую, но взаимно связанную систему, соответствующую их внешней форме [А.И. Авдюничева и соавт., 1964, 1970]. При выявлении механизмов адаптационных преобразований конечностей

млекопитающих установлено, что главным формообразующим фактором для трубчатых костей в фило- и онтогенезе являются характер и величина статодинамической нагрузки [Хрусталева И.В., 1984; Криштсфорова Е.В., 1984 а, б]. Одним из механизмов адаптационной перестройки кости (костной ткани; служит изменение пропорции между пластинчатой и остеонной структурами, а, следовательно, и ее прочностных характеристик [И.И. Дьячков, В.А. Клыкова, 1934]. В различных отделах диафиза бедренной кости (по его сечению) взрослого быка костная ткань имеет неодинаковое гистологическое строение: в дорсомедиальном секторе ламеллярное, а в латеро-плантарном - остеонное [S. Lipson, J. Katz, 1984]. Подобные различия в структурной организации кости объясняются неодинаковой биомеханической нагрузкой, испытываемой участками ее сечения. При этом большее погружение кости в плантарном отделе способствует формированию здесь более совершенной для жизнедеятельности остеонной структуры, хотя и с меньшими величинами модулей упругости и разрушающих напряжений. Такое заключение подтверждено данными, полученными в результате изучения структуры и механических свойств большеберцовой кости у человека [R. Martin, D. Barr, 1982; R. Vincentelli, M. Grigorov, 1985].

Очевидно, что органы локомоции в процессе эволюции псзвс -ночных по пути адаптации к различным биотопам превратились в ряд морфофункциональных типов. Однако даже у близкородственных видов, но приспособившихся к жизни в различных условиях, имеются существенные различия в морфологии скелета, характера-зунцие направление их специализации. Интерес в этом плане представляют исследования, выполненные на материале скелета грудной конечности представителей зайцевых и показавшие четкую зависимость структуры и биомеханических характеристик кости от образа жизни и характера статолокомоции животных [Н.А. Науменко, 1984]. Специализация скелета конечностей животных, относящихся к различным классам наземных позвоночных (рептилии, птицы, млекопитающие), коррелирует с морфофункциональными особенностями скелетных звеньев [К.П. Мельник, 1979, 1984]. Не менее интересными представляются, по нашему мнению, исследования по сравнительному анализу структуры бедренной и большеберцовой костей у грызунов, обитавших в разных экологических условиях и отличающихся характером локомоции [Е.К. Гирич, 1984]. Так, массивность кости положительно коррелирует с толщлой ее стенок. При этом динамичные животные вбелка, тушканчик; имеют тонкостенные, как бы облегченный, бедренную и большебер-позую кости. У полуводных форм животных кости не испытывают резких динамических нагрузок и их большую массивность объясняется приложением силы мышечных сокращений. При биомеханическом испытании костей грызунов выявлены особенности, обусловленные экологическими факторами. Одинаковой оказалась картина изменения предела прочности по длине диафиза кости у всех видов грызунов. Например, в бедренной кости самый высокий предел прочности в ее проксимальном

участке и самый низкий - с дистальном. Меньшее внимание, к сожалению, уделяется структурным особенностям кости и взаимосвязи их с ее механическими свойствами. Ни у кого, пожалуй, не вызывает сомнения тот факт, что опорно-двигательный аппарат формируется в определенной зависимости от его функциональной нагрузки [М.Г. Привес, 1951; В.И. Ипполитова, В.Я. Резников, 1964; С.А. Рейнберг, 1964; Д.А. Жданов, 1965, 1972; Е.А. Клебанова, 1965; I.L. Behrens et al., 1972; К.Л. Паавер, 1973; А.П. Сорокин, 1973; P.S. Walker, H. Shoji, 1974; В.Г. Ковешников, 1978; К.П. Мельник, Б.А. Никитюк, 1979; 1981; И.В. Хрусталева, 1979, 1984; L.E. Lahuön et al., 1982; E. Storey, S.A. Feik, 1982; К.П. Мельник, В.И. Клыков, 1983; R. Sandler, 1983; Г.А. Илизаров, 1984; В.А. Клыкова, 1986]. Более однозначные результаты в этом отношении были получены в ряде других исследований [П.Ф. Лесгафт, 1905]. Это основывается на том, что макроархитектника кости контролируется генетическими факторами и перестраивается под влиянием внешних условий, которые реализуют свое действие вследствие деформации кости под влиянием тяжести тела и деятельности мышечной системы, то есть изначально кость развивается в результате наследственных свойств ткани. Иногда отрицается наследование организмом формы и структуры скелетной системы [J. Widenreich, 1923], а в опытах *in vitro* удалось показать, что дифференцировка скелета идет независимо от влияния функции [А.Н. Студитский, 1935]. Однако большинство исследователей приходят к заключению о том, что кость - чрезвычайно лабильный орган, чутко реагирующий на влияние как экзогенных, так и эндогенных факторов [Г.А. Зедгенидзе, 1944; С.А. Рсйнберг, 1964; А.П. Сорокин, 1973; N. Dalen et al., 1976; О.К. Хмельницкий и соавт., 1983].

Исходя из этого, представляется возможным, на наш взгляд, аргументировать реальность воззрения, согласно которому морфогенетические преобразования систем организма протекает при непрерывном взаимодействии наследственных и внешних факторов, в процессе которого и формируется фенотип, отражающий в конечном счете результат реализации наследственной программы в конкретных условиях среды. Формирование скелета, исходя из литературных источников, изучается на современном этапе по трем направлениям: 1) перестройка кости; 2) механизм костеобразования; 3) взаимосвязь остеогенетических процессов с факторами внешней среды. Исходя из задач нашего исследования, считаем целесообразным остановиться более подробно на процессах перестройки кости как органа ее взаимосвязи с влиянием фактора изменяющейся механической нагрузки. Хотя вопрос о влиянии физической нагрузки на костный скелет был поставлен давно [Е.А. Клебанова, 1954; В.В. Бунак, 1956; В.И. Машкара, 1960; М.Г. Привес, 1964; А.Г. Сорокин, 1973; А.А. Halls, A. Fravill, 1964 и др.], его нельзя считать окончательно решенным.

Влияние функции на строение и форму костей связано с возникновением в них упругих деформаций [В.И. Стецула, 1975; В.И. Стецула, А.Т. Бруско, 1984; И.В. Хрусталева, 1984 и др.], которые, оказывая

гидродинамическое действие на микроциркуляцию в кости, являются необходимым фактором обеспечения ее нормальной трофики. Уменьшение или увеличение среднесуточной функциональной нагрузки приводят к изменению внутрлкостной гемодинамики и возникновению в кости перераспределительных нарушений микроциркуляции. Это вызывает активизацию процессов физиологической перестройки, направленных на восстановление соответствия строения кости действующим на нее нагрузкам. Вполне резонно допустить, что указанный механизм легит в основу возникновения в кости адаптационных изменений. Между формой и архитектоникой кости, с одной стороны, и сложившемся функциональным стереотипом, с другой, имеется анатомо-функциональное соответствие, которое поддерживается процессом физиологической перестройки костной ткани [В.И. Стецула, А.Т. Бруско, 1984]. Установлено, например, что размеры трубчатых костей определяются механическим воздействием, которое они испытывают, и необходимостью обеспечения определенной длины конечностей, тем большей, чем быстрее перемещается животное [В.И. Ипполитова, 1972; Л.К. Нинов, И.В. Хрусталева, 1985], при этом более длинные скелетные звенья, являясь мощными рычагами, обеспечивают больший размах и быстроту передвижения [Егоров О.В., 1955; Бунак В.В., Клебанова Е.А., 1957; Л.К. Нинов, 1980; Хрусталева И.В., 1985, и др.]. В процессе доместикации животных с увеличением статической нагрузки на скелет в костях конечностей увеличивается количество спонгиозы, обеспечивающее ее амортизационные свойства. При этом кости у домашних свиней, в сравнении с дикими сородичами, стали более массивными, "рыхлыми", с меньшей относительной массой, что является одним из показателей их более низкой жизнеустойчивости [Т.Б. Саркисова, И.В. Хрусталева, 1985]. При изучении влияния силовой нагрузки на рост и формирование скелета собак установили, что в связи с повышенной дозированной нагрузкой ускоряется рост скелетных звеньев конечностей как в длину, так и в толщину при одновременном ускорении процессов окостенения [Е.И. Данилова, А.И. Свиридов, 1953].

На примере коленного сустава млекопитающих, отличающихся характером опоры на тазовые конечности (стопо-, пальце- и фалангоходящие), выявили видовые различия в морфологии его компонентов, обусловленные образом жизни и средой обитания животного, как и общность строения и функции этого сочленения, связанная с характером опоры [П.М. Мажуга, 1953]. Исследованиями подтверждено, что характер опорной функции является моделирующим фактором для костей [А.П. Сорокин, 1973]. В результате экспериментального моделирования пришел к выводу о том, что повышенная статическая нагрузка задерживает продольный рост кости, придает ей более массивную форму: кость становится короче и толще, что способствует увеличению ее прочностных характеристик [А.А. Шипов и соавт., 1985]. При изучении динамики синостозирования длинных трубчатых костей человека выявлена зависимость между сроками появления точек

окостенения, объемом движений в данном суставе и степенью опоры в них [Л.А. Алексина, 1985]. При этом в костях, выполняющих большую статическую нагрузку, сочетающуюся с достаточным объемом движений, синостозирование начинается раньше, чем в менее нагружаемых костях.

Первостепенный интерес в настоящее время представляют сведения о влиянии на скелетную систему ограниченной двигательной активности, в условия которой поставлены животные, да и человек. Можно ли сравнивать такое состояние животных с теми формами гиподинамии, которые списаны другими учеными на человека при экспериментальном моделировании на лабораторных животных? Этот вопрос остается пока еще не совсем ясным. Уже после кратковременного пребывания человека в состоянии динамической невесомости и акинезии обнаружили в костях у космонавтов заметное уменьшение плотности к прогрессирующую потерю кальция [L. Kazarian, H. Gierke, 1969]. Состояние невесомости влияет на костную ткань качественно одинаково с гипокинезией [Г.Д. Рохлин, Г.Д. Левитес, 1975]. В условиях космического полета установлено отставание прироста костной массы бедренных и большеберцовых костей крыс от увеличения внешних размеров кости, что свидетельствует о возрастании их порозности [Г.П. Ступаков и соавт., 1975]. Резкое ограничение двигательной активности у собак приводит к уменьшению поперечных диаметров трубчатых костей в связи с преобладанием процессов костеразрушения над костеобразованием [В.В. Бевзюк, 1975]. После сравнительно длительной акинезии (для эксперимента), продолжающейся в течение шести месяцев, в плечевой и большеберцовой костях собак описаны регрессивные изменения в костной компакте и губчатом веществе, затрагивающие состояние остеонных структур и сопровождающиеся явлениями очажковой резорбции кости [В.В. Куприянов, 1973]. На основании радиавтографических исследований на модели антиортостатической гипокинезии пришли к заключению, что в большей степени на разгрузку опорно-двигательного аппарата реагирует трабекулярная кость, чем кортикальная, что было обнаружено по более высокому включению в первую радиоактивных меток [R.K. Globus et al. 1986]. При исследовании биомеханической прочности бедра взрослых крыс после 9-недельной адинамии и последующей 12-недельной ремобилизации выявлено снижение прочностных и упругих свойств костной ткани [I.V. Rosenquist, 1977; Г.П. Ступаков, В.В. Королев, 1979]. Специальные эксперименты показали, что недостаток двигательной активности у экспериментальных животных приводит к замедлению их роста [А.Н. Студитский и соавт., 1984].

Продолжительная гипокинезия вызывает в костях подопытных животных глубокие структурные изменения, развитие остеопороза, замедление эпифизарного и субпериостального роста, ухудшение васкуляризации и их химического состава [В.Г. Ковешников и соавт., 1984], при этом попытка вскрыть механизмы реадaptации костной ткани в итоге приводит к проявлению ряда компенсаторных структурных перестроек, в

которые полностью не нормализуют процессы ее ремоделиции. При искусственной гипокинезии у крыс и кроликов наблюдалось заметное отставание в массе тех костей скелета, которые несут основные силовые нагрузки массы тела [А.И. Воложин, 1977], если при этом учесть, что даже двухнедельная гипокинезия вызывает снижение минеральной насыщенности кости на 6,1% [Е.Н. Бирюков и соавт., 1970], то потерю массы кости можно объяснить, прежде всего, за счет ощутимой деминерализации. При снижении нагрузки на кости не только уменьшаются их размеры и особенно толщина, но и микроархитектоника костной ткани [П.В. Сиповской, 1961].

При гиподинамии тормозится образование минеральной компоненты костной ткани, которое рассматривается автором как генерализованная реакция, затрагивающая все кости скелета [И.Ф. Федоров, 1982], при этом в костях, несущих значительно меньшую функциональную нагрузку, не только уменьшается интенсивность включения Ca^{45} , то есть тормозится минерализация, но и нарастает интенсивность резорбции кальция. Известно, что кальций, резорбированный из костей, подвергается реутилизации. При гиподинамии этот процесс происходит только в функционирующих костях. Поскольку в условиях ограничения движения такими является челюсти, то именно в них и идет активный процесс реутилизации. По утверждению автора, гиподинамия способствует перераспределению минеральных компонентов из нефункционирующих костей в функционирующие. Атрофия костной ткани в результате влияния фактора гиподинамии затрагивает неравномерно не всю толщину кости, а в основном ее периостальную и эндостальную зоны с возрастанием минеральной насыщенности в сохранившихся структурах [Н.Ш. Мурадов, 1974; А.И. Воложин и др., 1979]. Под влиянием гиподинамии у человека и животных уменьшается оптическая плотность костной ткани [А.И. Брискин и соавт., 1976; S.J. Cowin, 1981], развиваются многообразные изменения фосфорно-кальциевого обмена, которые далеко не безразличны для функциональной деятельности организма [О.Г. Газенко и соавт., 1977]. Структурные изменения в костной системе возникающие при гипокинезии, являются неспецифическими для костной системы, а отражением общего воздействия гипокинезии на организм [М.Г. Привес, 1985], в костях животных (крыс), подверженных действию гипокинезии, отмечена тенденция к увеличению их деформируемости, что может свидетельствовать о повышении податливости биоматериала [М.А. Дебелис, Ю.Ж. Саулгозис, 1985], таким образом, мы еще не в состоянии в полной мере оценить все последствия таких изменений. Данные рентгеноденситометрии свидетельствуют о том, что не все они являются угрожающими для аппарата движения. Этот очень важный вопрос, имеющий общебиологическое значение, требует уточнений и объяснений.

При рассмотрении архитектоники кости необходимо учитывать тот факт, что она является композитным материалом, состоящим из коллагена, который несет основную нагрузку при растяжении, и гидроксиапатита, который придает прочность кости при сжатии [К. Piekarski, 1970, 1973; И.А.

Стахеев, 1977; А.Э. Мелнис, И.В. Кнетс, 1985]. Эффект взаимодействия этих веществ и обуславливает биомеханическое совершенство костной ткани. Несущую способность кости повышают тлеющиеся в ней собственные внутренние напряжения. Теоретически это предположение было сформулировано еще в 1958 году [К. Кнеше, 1958], хотя в свое время и оспаривалось [I.D. Currey, 1964]. В экспериментальных исследованиях на материале трубчатой кости крупного рогатого скота доказано присутствие в ней внутренних собственных напряжений [Г.А. Николаев, В.И. Лоцилов, 1971]. Наличие собственного напряженного состояния является фундаментальным свойством костной ткани, влияющем на характер трофики на всех уровнях организации скелета [Г.А. Николаев и соавт., 1982], при этом выявлено влияние собственных напряжений на разность потенциалов между эндостальной и периостальной поверхностями диафиза бедренной кости человека и подтверждено положение о возникновении в костях при их деформации слабого электрического тока, определяющего активность костных клеток [E. Fucada, S. Jasuda, 1957, 1964; С.А. Bassett, R.O. Becker, 1962]. Из этого следует, что кость - весьма чувствительный пьезоэлектрический прибор, реагирующий даг.с на малейшее сотрясение и деформацию [Е.Т. Кулин, 1980; М.Н. Shamos, L.S. Levine, 1963; С.А. Bassett, 1968]. Кость - саморегулирующаяся система, которая сама себя строит под воздействием механической нагрузки посредством индукции различной силы, частоты и напряжения электрических потенциалов [Н.К. Пермяков, 1974; С.А. Bassett, R.O. Becker, 1962]. При изучении взаимосвязи собственных механических напряжений с электрическими полями костной ткани выявили, что электрическая поляризация в ненагруженной костной ткани состоит из двух компонентов - электрентного состояния ткани и поляризации, связанной с собственными напряжениями и пьезоэффектом [В.И. Лоцилов, С.И. Щукин, 1985]. В случае воздействия физиологических нагрузок в ткани возникает дополнительное электрическое поле, влияющее на процессы ее перестройки.

При тщательном изучении механических свойств различных зон большеберцовой кости при растяжении и кручения выявлено, что максимальная несущая способность кости достуггает-ся повышением податливости и увеличения градиента прироста энергии деформирования кости как конструкции и костной ткани как материала [Х.А. Янсон, 1975; Н. Janson et al., 1984], при этом выдвигается теорию о существовании двух видов приспособления - топографической и стресс-адаптации, благодаря которому реализуется эта закономерность. Под топографической адаптацией здесь имеется в виду особое целесообразное размещение материала, состоящее в том, что механические свойства кости значительно варьируют по зонам сеченая. На основании анализа карты твердости большеберцовой кости у человека выявлены равнотвердостные конгломераты, образующие конструктивные элементы ее композитной структуры, которые имеют важное механическое значение: линия перелома костя точно проходит по зонам перехода от одного равнотзердостного образования к другому. Подобные

результаты были получены при изучении показателей микротвердости костей человека и животных [P. Blaimont, P. Halleux, 1972; Г.С. Писаренко, И.И. Дьячков, 1984].

Стресс-адаптация является как бы дополнением к топографической адаптации кости в случае больших нагрузок на опорно-двигательный аппарат [Х.А. Янсон, 1975]. В результате этого реализуется основной принцип реологической адаптации кости - вместо высоких напряжений развиваются большие деформации без нарушения системы. Строение кости, определяемое расположением кристаллов минеральной фазы в органической матрице, обуславливает выполнение ее механической функции, а также приспособляемое к изменениям функциональной нагрузки в результате перестройки ее морфологических структур [В.И. Добряк, 1967; А.Н. Поляков, 1971; Е.П. Подрушняк, Б.А. Никитюк, 1972; Т.П. Виноградова, Г.И. Лавришева, 1974; В.Н. Богатов, 1978; L.E. Lanyon et al., 1982; L.E. Lanyon, 1984]. Хорошо известно на сегодняшний день, что кость формируется только при обложении на коллагеновых волокнах кристаллов минеральных солей. При этом величина и масса тела не влияют на степень минеральной насыщенности костной ткани. Их количественная характеристика связана с толщиной кости, ее формой и размерами. Так, есть мнение, что неширокие компактные кости с небольшой толщиной более минерализованы [О.М. Павловский, 1964, 1967, 1970], в тоже время отложение минеральных солей определяется силами давления, в результате чего минеральный компонент увеличивает прочность кости на сжатие и почти не изменяет этот показатель в отношении растяжения [А. Ascenzi, Е. Bonucci, 1974]. Это положение согласуется с данными о связи кальция с архитектурными элементами кости, вследствие чего регенерация кости при увеличении нагрузки на конечность происходит вместе с восстановлением ее архитектуры [С.А. Рыбакова, 1966, 1969]. Распределение минеральных веществ в пределах кости и размещение зон максимальной прочности при сжатии соответствует зонам максимальных напряжения возникающих в результате физиологических нагрузок [Е. Amtmann, 1968; I.D. Currey, 1959, 1968, 1969].

Особенностью костной ткани является не просто высокая степень ее минерализации, а сложенные стерические взаимоотношения органического матрикса и кристаллических структур, для которых, с одной стороны, характерны явления и процессы, происходящие в неживой природе (природных минералах) или процессы кристаллизации и рекристаллизации. С другой стороны, органический матрикс в сочетании с функцией высокодифференцированных клеток ткани, особенно остеобластов - строителей и остеокластов - разрушителей костной ткани, обеспечивает ее динамический гомеостаз [А.А. Прохончуков и соавт., 1984]. При сопоставлении данных о минеральной насыщенности скелета необходимо учитывать различную степень минерализации как отдельных костей, так и различных участков одной и той же кости. В минеральной фракции костной ткани основная масса кальция находится в виде фосфатов, причем для

поддержания гомеостаза, процессов реминерализации и рекристаллизации очень важно оптимальное соотношение ионов кальция и фосфора (коэффициент Ca/P) в оптимальных пределах (1,3-1,6). Важную роль в механизмах кальциевого обмена в функции кости играет органический матрикс, основную массу которого составляет коллаген, который прямыми химическими связями соединен с кристаллами гидроксиапатита и аморфным фосфатом кальция. Поэтому деминерализация рассматривается в литературе не просто как убыль минеральных компонентов костной ткани, а прежде всего как нарушение прямой химической связи между кристаллами гидроксиапатита и белковым матриксом. Механизмы такого нарушения установлены с помощью радиоизотопного метода по показателям включения ^{32}P в белковую фракцию обызвествленных тканей на модели алиментарной дистрофии [А.А. Прохончуков и соавт., 1970, 1974, 1982].

Главным компонентом органического матрикса костной ткани является фибриллярный белок - коллаген, определяющий важнейшие свойства кости - прочность и эластичность; в результате взаимодействия его с минеральными компонентами образуется совершенная биомеханическая структура. Коллаген, как один из видов соединительной ткани, выполняет также роль в процессах эмбриогенеза, морфогенеза и цитодифференцировки [В.Н. Никитин и соавт., 1977]. Коллагеновые структуры могут выступать как своего рода позиционный ориентир для клеток, являясь источником «позиционной» информации, и во-вторых, как «триггерный» механизм, непосредственно влияющий на дифференцировку и метаболизм клеток, с которыми он контактирует, то есть обеспечивает локальную регуляцию биохимических процессов в клетке [Д.А. Лебедев, 1979]. Уникальными в этом отношении являются опыты по имплантации высокоочищенного нерастворимого коллагена кости под фасцию, который оказался способным индуцировать остеогенез [А.Я. Фриденштейн, К.С. Лалыкина, 1973]. Процесс фибриллообразования в костной ткани заключается в синтезе молекул коллагеновых белков и последующей их агрегацией в волокна. С возрастом и при различных патологиях костной системы (остеопороз, несовершенный остеогенез) происходят изменения распределения и соотношения форм коллагена, что приводит к молекулярной гетерогенности коллагеновых структур, изменениям архитектурной организации и механических свойств кости [Л.И. Слуцкий, В.З. Симхович, 1980].

То, что минералы кости относятся к группе апатитов, показано при кристаллографическом исследовании костной ткани с помощью рентгеноструктурного анализа [W.F. De Jong, 1962]. Установлено, что кристаллы гидроксиапатита невелики, их средние размеры у человека составляют $0,006 \times 0,037$ мкм [А.Н. Поляков, 1971]. Однако данные о величине кристаллов разноречивы, так как для их исследования использованы различные методы. Не существует единого мнения о форме кристаллов. Но как бы не решился вопрос в дальнейшем, нам кажется, есть основание утверждать, что характер расположения кристаллов относительно

коллагеновых волокон и определяет связь минерального и органического компонентов костной ткани. При сопоставлении уровня минерализации различных отделов скелета с показателями активности обменных процессов, а также степени микротвердости костной ткани отмечается прямая корреляция [В.В. Паникаровский и соавт., 1974; О.Г. Газенко, 1977; Н.А. Комиссарова и соавт., 1978]. Основные закономерности уровня минерализации отделов скелета человека в определенной мере коррелируют с аналогичными показателями животных [О.Г. Газенко и соавт., 1977]. В молодой кости преобладает аморфная фаза, в зрелой - кристаллический оксиапатит. Аморфный фосфат кальция представляет лабильный резерв кальция и фосфора, поэтому первым мобилизуется из кости, когда возникает физиологическая потребность, выступая в роли обменного фонда кальция [Б.С. Касавина, А.П. Торбенко, 1979].

Аморфный минерал - первая неорганическая фаза, образующаяся в процессе кальцификации коллагеновых структур. Он служит субстратом для формирования кристаллов [В.Н. Богатов, 1978]. В кристаллизации участвуют три процесса: 1) растворение и гидратация ионов поверхности аморфного фосфата кальция; 2) передвижение образовавшихся гидратированных ионов; 3) нуклеация и последующий рост кристаллов гидроксиапатита [N.S. Blumental, A.S. Posner, 1973]. Ряд данных не подтверждают теорию «аморфного фосфата кальция», которая постулирует, что первоначально откладывающаяся твердая фаза аморфного фосфата кальция, превращается в плохо кристаллизованный гидроксиапатит, так как в кости твердая фаза аморфного фосфата кальция не встречается в значительном количестве [M.I. Glimcher, 1984], ведь биоминерализация тканей является сложным процессом, и клетки накапливают минеральные ионы до начала кальцификации матрикса и высвобождают этот твердофазный минерал в форме пузырьков с липидной мембраной, служащих центрами отложения минерала в матриксе [W. Roy, 1984]. Дискуссионным остается вопрос о взаимозависимости прочности и плотности костной ткани.

Изучая взаимосвязь между плотностью и прочностью кости на примере бедра человека, пришли к заключению, что эти свойства коррелируют между собой [H.P. Schmitt, 1968]. Они уменьшаются от середины оси кости к ее концам. Плотность и прочность на поперечных срезах распределены неравномерно: они выше в медиальном и латеральном регионе кости. На основании этих фактов заключено, что функциональная адаптация кости к механическому стрессу обеспечивается не только адаптационными способностями области поперечного среза кости, но и путем изменения ее локальной плотности. Выявлена обратная связь между пределом прочности и степенью минерализации остеонов [R. Vincentelli, F.D. Evans, 1971; F.G. Evans, 1973; 1974], и обнаружена корреляция между микротвердостью, прочностными параметрами и биохимической композицией костной ткани [X.A. Янсон и соавт., 1972].

С увеличением плотности кости у кроликов увеличиваются ее модуль упругости и предел пропорциональности, показатели предела прочности зависят от соотношения основных компонентов костной ткани, так как у молодых животных увеличение этого параметра происходит параллельно с увеличением плотности, а с возрастом снижается [А.А. Свешников, И.С. Амосов, 1975]. Исследовали взаимосвязь между минеральной плотностью и механическими свойствами компакты бедра человека, и установили изменение механических свойств с возрастом независимо от минеральной плотности костной ткани [С.В. Smith, D.A. Smith, 1975]. При изучении возрастных изменений прочности компакты бедренной кости человека установлено, что на протяжении всей жизни прочность не коррелирует с химическим составом, она существенно зависит от ультраструктуры костной ткани, а не от различного содержания костного минерала [Н. Vinz, 1975]. Средняя величина кристаллов достигает с возрастом от 400 Å до 1000 Å, в старости появляются гигантские формы кристаллов. По данным автора, средняя толщина коллагеновых волокон у новорожденных 300-600 Å, у взрослых - 700-1000 Å, у стариков - 1000-1500 Å. Наряду с этим имеются возрастные качественные различия в структуре волокон, заключающиеся в характере связей между кристаллами и фибриллами. Таким образом, прочность связана с ультраструктурой костного минерала, которая изменяется с возрастом. Из чего невольно напрашивается вывод: прочность тел - есть функция их кристаллической фазы.

Основным показателем физико-химических свойств костной ткани является ее микротвердость, известны отдельные сообщения о неодинаковой величине микротвердости различных костей человека и животных [В.И. Ипполитова, 1964; I. Weaver, 1966; Л.А. Френкель, 1975; Г.С. Писаренко, И.И. Дьячков, 1984]. Разработана классификация костей человека по величине микротвердости на три группы, к первой группе относят грудину, ребра и позвонки, ко второй - эпифиз бедренной кости и челюсти, третья группа представлена диафизом бедренной кости [В.В. Паникаровский, 1974]. В экспериментах на крысах обнаружено увеличение микротвердости с возрастом животных [Л.А. Френкель, 1975]. Измерения твердости костной ткани использовали как тест в процессах старения [I. Hert, P. Kušera, 1965; I. Weaver, 1966; F. Weil, 1968], а также определения степени минерализации [В. Carlström, 1954; R. Amprino, 1953, 1961]. Повышение твердости по пяти сечениям диафиза бедренной кости было зарегистрировано во внутренней зоне компакты по сравнению с наружной [G. Lenart et al., 1968; Х.А. Янсон, 1975]. Получены оригинальные данные по микротвердости компонентов гистоструктуры компакты у девяти видов копытных и трех видов хищных животных [Г.С. Писаренко, И.И. Дьячков, 1984]. Установлено, что значения микротвердости для остеонов в среднем на 33% меньше таковых для общих циркулярных пластинок. Прочность диафиза трубчатых костей на уровне микроструктуры определяется долевым соотношением между остеонами и общими пластинками. Сравнительный анализ гистоструктуры и микро-

твердости костной ткани позволил отметить, что динамическим нагрузкам на кости соответствует компакта, сформированная преимущественно из общих пластинок, статическим - из гаверсовых систем, с этих позиций высказано предположение о возможном механизме адаптационных преобразованиях костной ткани конечностей у млекопитающих и как следствие - изменение их прочностных характеристик.

В основе приспособления компактной костной ткани к изменениям биомеханической нагрузки лежит изменение неоднородности распределения по зонам сечения микромеханических характеристик. С возрастом происходит сглаживание гетерогенности механических свойств костной ткани, при этом модуль упругости увеличивается - свидетельство того, что органическая матрица становится более жесткой [Л.А. Добелис, Ю.Ж. Саулгозис, 1985]. Выдвинута гипотеза о механическом поведении компактной костной ткани при растяжении [У.Э. Крауя и соавт., 1979]. Так, на начальных этапах деформирования в условиях физиологического нагружения, когда костная ткань удлиняется за счет конформационных изменений на молекулярном уровне уже наблюдается неодинаковость деформирования отдельных коллагеновых волокон. При этом волокна, не связанные с кристаллами, растягиваются в большей степени, чем волокна, соединенные с ними поперечными связями. На данном этапе деформирования нагрузка на минеральный компонент костной ткани еще незначительна. Ее дальнейшее деформирование связано с активным включением в восприятие внутренних напряжений кристаллической фазы. При еще более высоких уровнях деформаций в волокнистых конструкциях наблюдаются деструктивные и пластические процессы, а увеличение деформации кристаллической фазы, по мнению авторов, незначительно. Приходится сожалеть, что эти данные базируются на основании предполагаемой физической модели, интерпретация которой требует подкрепления данными о структурных особенностях кости. Однако суждения о количественных показателях микротвердости костной ткани весьма противоречивы. Пожалуй, в каждом случае разногласия порождались не истинным непостоянством изучаемого свойства, точнее его цифровых выражений, а различиями в методических подходах исследователей и применяемых ими анализах.

Считаем необходимым остановиться особо на вопросе анализа и оценки морфофункционального состояния скелета млекопитающих с использованием рентгенологических методов, так как рентгенологическая картина костей живого организма представляет суммарную картину его макроструктуры [F. Neuck, 1970], на что обращалось внимание ранее [Г.Д. Рохлин, 1936]. Остеорентгенология имеет свою историю, в начале была измерена степень декальцинации кости по рентгенограмме [Т.А. Вайншенкер, 1937], а в дальнейшем был разработан способ определения минеральной насыщенности скелета у высокопродуктивных животных на основании сравнительного анализа оптической плотности рентгенограммы и ткань-эквивалентного алюминиевого клина [И.Г. Шарабрин, 1953, 1955]. В дальнейшем методы

количественной рентгеноденситометрии получили довольно широкое распространение [E. Barnett, B. Nordin, 1960; R. Smith, R. Walker, 1960; Г.Д. Рохлин и соавт., 1975; А.А. Свешникова, И.С. Амосов, 1975; Л.А. Корнев, 1977, 1980], как и выявление рентгенологической картины структурных изменений в скелете [Г.А. Зедгенидзе, 1944, 1958; E. Barnett, B. Nordin, 1960, 1961; С.А. Рейнберг, 1964; В.К. Добряк, 1966; Н.Е. Меема, 1966, 1969; Б.А. Никитюк, 1971, 1972; М.Н. Павлова, А.Н. Поляков, 1971; К.Б. Тихонов и соавт., 1971; Е.П. Подрушняк, Б.А. Никитюк, 1972; В.Г. Шевченко, 1974; V. Tanaka, 1975; I.P. Vocquet, C. Bergot, 1977; П.В. Власов и соавт., 1979; Л.И. Новиков и соавт., 1979; Г.Д. Рохлин, 1979; L. Delaquerriere-Richardson et al., 1982; С.А. Тарасов, 1985].

По данным профильного сканирования измерены плотности минеральных солей костей пальцев и установлено, что их содержание в спонгиозе изменяется с возрастом сильнее и быстрее, чем в компакте [W. Börner, 1972]. Разработана методика определения плотности костной ткани с помощью ионизирующих излучений, она основана на методике обнаружения и анализе рентгеновских лучей, исходящих из костной ткани после импульса, данного изотопом ^{55}Fe [Л. Поцци, 1972]. Предпринята попытка разработать более чувствительные методы для определения изменений в минеральном компоненте кости путем использования Sz^{85} как индикатора восполнения костного минерала у собак после деминерализации кости в результате ее иммобилизации [Н.Е. Palmer, М.Т. Karagianes, 1976]. С помощью метода гамма-лучевой компьютерной томографии представилась возможность проанализировать количественные параметры минерализации кости *in vivo* [G.U. Exner et al., 1979]. Установлено, что трабекулярная плотность лучевой кости в возрастном диапазоне от 4 до 40 лет постоянна и не зависит от пола и возраста. Костная плотность (относительное количество компакты) оставалась постоянной в периоде детства и резко увеличивалась после полового созревания, установлена корреляция между параметрами тотальной абсорбции гамма-лучей телом, что указывает, на определенную связь между массой тела и массой кости. Внедрен в практику способ определения костного минерала *in vivo* путем анализа активации нейтронов для диагностики остеопороза [I.E. Harrison et al., 1979].

Предложен оригинальный метод прирзненной оценки степени минерализации скелета у крупного рогатого скота методом фотонной абсорбциометрии, который заключается в поперечном сканировании интактного органа тонким коллимированным пучком низкоэнергетических (20-60 Кэв) γ -квантов. Метод позволяет определять абсолютное содержание минеральных веществ в кости с точностью 1-3% [Г.Т. Черепанов и соавт., 1979]. В результате применения данного метода изучена кинетика минерализации скелета у крупного рогатого скота и установил, что этот процесс у высокопродуктивных коров чрезвычайно лабилен и в большей степени реагирует на факторы сезонных изменений и меньше зависит от возраста и физиологического состояния животных [В.В. Филиппов, 1982].

Минерализация скелета начинает повышаться в пастбищный период и особенно бурно в первой половине лета. В стойловый период уровень минерализации постепенно снижается. Сам факт понижения минерализации костной ткани - неблагоприятное явление для организма, так как обнаружена обратная связь между всасыванием кальция и процентным содержанием его в костях [I.R. Hemm, 1970]. Наиболее информативными считаются: количественная радиология, радиограмметрия, оптическая денситометрия, компьютерная томография, фотонная абсорбциометрия (двойная и одиночная); нейтронноактивационный метод с введением в организм нерадиоактивного изотопа ^{48}Ca [E. Vanna et al., 1984], однако большинство перечисленных выше методов часто невозможны без применения дорогостоящей аппаратуры.

Проблеме перестройки костной ткани на различных уровнях ее структурной организации посвящено немало работ [К. Кнеше, 1954; Б.А. Никитюк, 1969; А.Н. Поляков, 1971; Б.Н. Богонатов, Н.Г. Гончар-Заикина, 1976; R.A. Luben, 1977; P. Fiala, 1978; Б.В. Криштофорова, 1980, 1984; А. Ornoy, 1980; L.E. Lanyön et al., 1982; E. Storey, S.A. Feik, 1982]. Несмотря на важность этого вопроса, его востребованность в научных исследованиях, в нем до настоящего времени нет полной ясности. Итогами наблюдений подтверждено, что в течение всей жизни особи в костном скелете происходят перестройки. При этом ткань кости взрослого не является тканью, из которой состояла эта же кость в молодом возрасте, так как в процессе роста вся молодая кость подвергается резорбции. Этот тип перестройки называют структурной перестройкой. Он связан, как правило, с изменением функциональной нагрузки, в результате чего возможно образование козой дополнительной костной ткани или изменение расположения трабекул губчатой кости. Установлено, что нормальная однородная спонгиозная костная ткань на перенапряжения (*in vivo*) будет реагировать образованием новых укрепляющих трабекул [I.W. Pugh et al., 1973]. Отсюда вытекает, что образование новой трабекулы является более эффективным способом стресс-адаптации структуры по сравнению с увеличением толщины трабекул [И.В. Кнетс и соавт., 1980], то есть архитектура спонгиозной кости связана с распределением в ней напряжений. Последствия приспособительного формирования внутреннего строения трубчатых костей к усиленной функциональной нагрузке сказываются как в усилении «мощности» ее губчатых отделов, так и в утолщении компактного слоя диафизов [М.А. Корнев, 1974; Ф.В. Судзиловский и соавт., 1985].

Множество работ касаются морфофункционального статуса компактной кости, на основании анализа микроархитектоники 11000 остеонов выделили 42 их формы, наиболее часто регистрируемых у человека [К. Кнеше, 1954], считается, что распределение вторичных остеонов топографическим признаком кости, имеющем закономерный характер. По современным представлениям остеон - единая саморегулирующая система, все морфологические компоненты которой находятся в постоянном

функциональном взаимодействии [R. Cooper et al., 1972]. Соседние остеоны анастомозируют друг с другом [В.П. Модяев и соавт., 1973; Б.Н. Богонатов, Н.Г. Гончар-Заикина, 1976]. Объединение отдельных остеонов в единую систему обуславливается непосредственной связью гаверсовых каналов между собой [А. Хэм, Д. Кормак, 1983]. Картины, наблюдаемые на гистологических препаратах и электронных микрофотографиях, позволили прийти к заключению, что в глубоких слоях компакты остеоны характеризуются широким просветом гаверсова канала, что связано с более активными процессами их перестройки, а также возможностью превращения в лакуны костного мозга [Б.А. Никитюк, 1969; Б.Н. Богонатов, Н.Г. Гончар-Заикина, 1976]. При электронно-микроскопическом изучении остеоновых структур установлено, что костные пластины остеонов состоят из коллагеновых фибрилл и связанных с ними кристаллов гидроксиапатита [Б.Н. Богонатов, 1975].

Остеоны отличаются размерами гаверсовых каналов, отношением к гистохимическим реакциям и степенью минерализации [Jowsey, 1960; Б.Н. Богонатов, 1975], поэтому их можно классифицировать на развивающиеся, зрелые и резорбирующиеся. Для развивающихся остеонов характерен непосредственный контакт между костными пластинками и клетками гаверсова канала. Для зрелого остеона свойственно наличие зоны гиперкальцификации, отделяющей костные пластины от гаверсова канала. Комплексные гистологические и микрорентгенологические исследования показали, что слабоминерализованные остеоны, как правило, наиболее молодые; в их стенках отложилось небольшое количество минерального вещества [H. Sissons, 1962; Ю.М. Гладышев, 1967; N. Valmain-Oligo, 1977; Л.К. Нинов, 1985]. Связь показателей минерализации с темпами перестройки костной ткани обусловлена средней продолжительностью существования ее микроструктур, которая меняется в зависимости от возраста и вида животных [D.H. Enlow, 1962; A. Ascenzi, E. Bonucci, 1965; А.Н. Поляков, 1971]. При изучении структуры кортекса бедра у собак в возрастном аспекте выявлено, что с возрастом резорбция кости возрастает, одновременно увеличивается количество закупоренных гаверсовых каналов и остеонов низкой плотности [L.C. Detenbeck, I. Jowsey, 1969], эти признаки характерны, как известно, для старческого остеопороза. Детально изучены возрастные изменения костной субстанции у лабораторных животных (крыс и кроликов) и обнаружена регулярная типичная организация структур костной ткани соответственно возрасту животных [P. Fiala, 1978].

Количество работ, рассматривающих внутривидовые особенности показателей остеонового устройства компакты животных, значительно [А.Г. Безносенко, 1950; А.И. Цунг, 1953; В.Ф. Матвиенко, 1964; К.Л. Паавер, 1973 и др.]. Однако выполненные на различном материале и с привлечением разнообразных методик, они часто дают трудно обобщаемые результаты. Детальное изучение остеонового устройства трубчатых костей различных видов млекопитающих дает право рассматривать его как структурную

адаптацию к ряду факторов, связанных с морфогенезом и функционированием скелетной системы [К.Л. Паавер, 1973]. Установлены параметры остеонной организации как проявление внутренней перестройки остеонного слоя. При этом различия, обнаруженные в количественных показателях пространственной структуры мезостального слоя компакты костей диких предков (например, тура, кабана) и их одомашненных потомков, обусловлены, в том числе, изменением темпа их индивидуального развития при доместикации. Виды, у которых показатели, отражающие интенсивность перестройки костной ткани выше, оказываются более долговечными, раскрывая возрастную динамику процессов перестройки компакты, можно прийти к заключению, что скорость ремоделирования наиболее высока в ювенильный период, она значительно снижается в период, непосредственно следующий за достижением половозрелости и окончанием роста, затем отмечается повышение интенсивности резорбции. Для характеристики относительной скорости перестройки костной ткани автор считает целесообразным избрать в качестве морфологического критерия число слабоминерализованных, то есть формирующихся молодых остеонов с низкой плотностью вещества. Возрастное изменение этого показателя соответствует в общих чертах онтогенетической скорости резорбции. Принимая внутреннюю перестройку кости за приспособительное обновление ткани, автор пытается объяснить взаимосвязь динамических показателей остеонной организации и продолжительность жизни особи. Однако эти исследования основываются преимущественно на анализе костных шлифов, в меньшей степени привлекает данные гистологии. Выпала из поля зрения и растровая электронная микроскопия, которая позволяет более глубоко оценить пространственную организацию остеонных структур и в особенности взаимоотношения между гаверсовым каналом и самим остеоном.

В опытах *in situ* на основании использования гистологических и радиологических методов подтверждена гипотеза о том, что в ремоделировании кости имеют место два процесса: первый - внутренний стресс и второй - резорбция, вызываемая давлением кости, и формирование костной ткани в местах ее растяжения [E. Storey, S.A. Feik, 1982]. В экспериментах на половозрелых крысах показано, что остеонная реглоделяция не всегда является простым репаративным процессом, в ряде случаев она может быть вызвана ситуациями деформации кости, способствующими улучшению морфофункциональных свойств костной ткани [L.E. Lanyön et al., 1982]. Естественно, при изучении механизмов ремоделирования надежды возлагаются на эксперименты *in vitro*. В специальных опытах с использованием в качестве среды 5% кроличьей сыворотки, инактивированной нагреванием, получены данные о коллестезных изменениях в костной резорбции путем подсчета процента выхода из эксплантата в среду радиоактивного изотопа (^{45}Ca) [J. John, J. Reynold, 1976]. Примечательно, что предложено характеризовать резорбтивные способности изолированных популяций костных клеток путем

их культивирования с гомологичным костным матриксом [R.A. Luben et al., 1977].

Как выяснилось, в основе механизма ремоделиции лежит периодичность смены эндостального отложения и резорбции костного вещества, в результате чего и образуются одноименные кости, но различных размеров [М.В. Пастухов, 1979, 1984]. Причем образование эндостальной кости может начаться только после предварительной ее резорбции. Характерно, что резорбции подвергаются только минерализованные структуры, причем сначала удаляется минерал, лежащий на коллагеновых фибриллах, и между ними, в последующем происходит резорбирование лежащих внутри них кристаллов [D. Cameron, 1972; E. Bonucci, E. Bonucci, 1980]. Резимируя выше изложенное, можно заключить, что проблема о закономерностях формирования скелета и его структурных перестроек под влиянием механической нагрузки является предметом широкого обсуждения ученых. Однако до настоящего времени еще полностью не раскрыты механизмы морфоадаптивных преобразований кости как органа с учетом влияния экзогенных факторов (условий обитания, рациона кормления животных и т.д.). В остеологии животных продолжается разработка информативных интраскопических способов оценки структурного состояния одновременно всего объема кости, позволяющие выявить комплекс ее структурных изменений в связи со статолокомоторным фактором. На основании изложенного, наши исследования и были направлены на апробацию уже имеющихся в ветеринарной и медицинской практике и разработку новых методов оценки морфофункционального состояния скелета.

При изучении скелетной системы мы не могли не затронуть вопрос о монофункциональных особенностях одного из главных структурных компонентов кости как органа, определяющих биомеханические потенции любого сочленения, - суставного хрящевого покрова. При весьма сходной структуре и биологических свойствах суставной хрящ в сравнении с гиалиновым хрящом других локализаций имеет свои, только ему присущие особенности, обусловленные закономерностями его становления в системе скелетных образований организма и особой ролью в функционировании суставов. На суставном хряще, как известно, отсутствует перихондр, который в гиалиновом хряще других локализаций выполняет функции трофики, восстановления и аппозиционного роста. Хрящевому покрову суставов свойственны не совсем обычные топографические отношения с соседствующими тканями, при которых одной своей поверхностью он прочно связан с твердым костным основанием, с другой - омывается жидкой средой сустава (синовией). Формирование суставного хряща происходит не из отдельной провизорной структуры, а в ходе энхондрального замещения хрящевой закладки всего скелетного звена, путем отграничения периферической хрящевой полоски со стороны суставной поверхности. Суставной хрящ дифференцируется, поддерживает свою структуру и функционирует только в тесной связи с подстилающей костной пластинкой и синовиальной средой

сустава. Все это должно свидетельствовать о наличии в суставном хряще своих особых источников и механизмов питания, роста и поддержания целостности. И хотя особенности структуры и физиологии суставного хряща являлись в различное время предметом многих исследований, они не раскрыты в полкой мере до настоящего времени [G. Hadhazy, E. Olan, 1958; S. Krompecher, 1965; П.М. Мажуга, 1966; Н.И. Mankin, 1970; В. Wladimirov, 1976; В.П. Модяев, М.А. Анкина, 1978; В.Н. Павлова, 1980; Z. Demel et al., 1983; L. Modis, 1983; А.И. Каплан, 1984; В.Н. Павлова, Г.Г. Павлов, 1984; П.М. Житников А.Я., Мажуга, 1986].

Суставной хрящ при его сравнительно ограниченном представительстве в организме имеет большое значение в функции суставов и, естественно, в биомеханике всего опорно-локомоторного аппарата. Широко обсуждается вопрос о структурной организации суставного хряща и его биомеханической роли [П.М. Мажуга, 1964; R. Stockwel, 1967; P. Bullough, I. Codfellow, 1968; P.G. Schneider et al., 1970; I.C. Clarke, 1974; V.G. Mow et al., 1974; I. Redler et al., 1976; P.A. Torzilli, 1976; М.Н. Павлова, 1979; М. Ока и соавт., 1986]. Менее изученными остаются адаптивные свойства хрящевого покрова в условиях различной стато-динамической нагрузки на суставы. Теоретические исследования показали, что основными функциями суставного хряща являются: 1) повышение конгруэнтности суставных поверхностей; 2) обеспечение этим поверхностям жесткости и резистентности к износу [М. J. Askew, V.C. Mow, 1978]. На основании проведенного математического анализа выявлено, что значение субхондральной кости в коленном суставе заключается в постепенном перенесении больших усилий от поверхности хряща на диафизарный отдел большебердовой кости [W.C. Hayes et al., 1978]. Поскольку особенности суставного хряща на различных уровнях его структурной организации уже обстоятельно описаны, нет необходимости еще раз останавливаться на их изложении. Целесообразно, более полно, с привлечением новейших данных охарактеризовать его биологические свойства, позволяющие глубже понять адаптивную пластичность суставов. Суставной хрящ является довольно пластичной структурой, всегда отвечающей подгонкой своей архитектоники к конкретным условиям функциональной нагрузки [П.М. Мажуга, Л.Н. Харчук, 1967; П.М. Мажуга, В.В. Черкасов, 1971; A. Missankow et al., 1978; I. Földes, 1983; Н.И. Helminen, 1983; M. Morocutti, 1983; А.К. Poole et al., 1983; Н.А. Слесаренко, 1986а, 1986б]. Хотя, по вопросу биоморфологии хрящевого покрова суставов экспериментаторами и накоплен огромный фактический материал, он часто нуждается в уточнении и объяснении. Окончательно не выясненным остается также вопрос о структурных адаптациях в суставном хряще млекопитающих в связи с различными режимами двигательной активности животных. Все выше изложенное и послужило для нас основанием провести сравнительный анализ структурного состояния хрящевого покрова в суставах большой подвижности у пушных зверей, находящихся в условиях свободной биоди-

намики (природные биоценозы) и в условиях, ограничивающих естественную двигательную активность (клеточное содержание).

ХАРАКТЕРИСТИКА СКЕЛЕТА ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Клеточное пушное звероводство - сравнительно новая отрасль животноводства. Разведение в неволе ценных в экономическом отношении животных позволяет наблюдать параллелизмы возникновения внешних признаков не только в условиях звероводства, но и у тех же видов в природной обстановке [С.Н. Боголюбский, 1972]. Процесс domestikации сопровождается увеличением размеров тела зверей, коренными изменениями в окраске волосяного покрова [В.А. Афанасьев, 1972]. Отдельные исследования касаются вопроса остеологии соболя, это данные о толщине трубчатых костей стилоподия, этот показатель у разводимых в неволе зверей выше, чем у диких сородичей [В.А. Полецкий, 1957]. Кроме того, плечевая и бедренная кости разводимых в клетках соболей оказали большее сопротивление на излом, чем аналогичные кости диких особей. Однако степень минерализации скелета, определенная рентгенофотометрическим способом, превалировала у зверей из природных биоценозов в сравнении с клеточными. В итоге можно прийти к справедливому заключению о том, что обильное кормление животных, разводимых в неволе, создает зверька с пышным ростом, но замедленным развитием. Правда, при интерпретации данных, здесь игнорируется возрастной фактор, который играет, как известно, существенную роль в оценке тех структурных изменений, которые возникают в кости под влиянием воздействия экологических факторов. Сравнительная характеристика диких и клеточных соболей по их массе тела не выявила достоверных различий [В.П. Бухменов и соавт., 1974].

Используя функциональный подход в оценке макроархитектоники костей скелета соболя клеточного содержания часто связывают особенности в строении скелета конечностей с их функциональным назначением: бег, прыганье, лазанье животное выполняет тазовыми конечностями, а рытье - грудными [Н.В. Ларев, 1961]. Дан краткий сравнительный очерк по остеологии некоторых представителей семейства куньих (соболь, лесная куница, колонок, горностаи, ласка), в качестве морфологического сравнительного критерия использовался у изучаемых видов вертикальный диаметр спинномозгового канала. Сопоставляя индексы отдельных костей конечностей, выявлено, что относительно более длинные конечности тлеют виды, ведущие лазающий образ жизни (куница и соболь), наиболее короткие - виды, приспособленные к обитанию на земле и проникновению в узкие норы (ласка). Система индексов конечностей при этом представляет падение их пропорционально уменьшению размеров тела исследованных куньих [Ю.Н. Бакеев, 1966]. При оценке морфологии скелетных звеньев недостаточно знать лишь индексы их соотносительного развития, необходимо учитывать также и такой показатель как площадь компакты: на примере 12 видов куньих и 6 видов псовых на поперечных срезах диафиза бедренной кости установлено,

что значения относительной толщины ее стенки у куньих несколько выше ($0,59 \pm 0,029$), чем у псовых ($0,56 \pm 0,026$) [Е.А. Клебанова, 1965].

Интересны морфологические особенности скелета куницы и соболя из природных популяций в сравнительно-анатомическом освещении: используя макроскопическую морфометрию скелетированных звеньев, пришли к заключению, что с возрастом рост отдельных звеньев конечностей протекает неравномерно: так, продольный рост стопы замедляется, в то время как бедра и голени, напротив, усиливается. Данные исследования, несомненно, бы выиграли, если бы к анализу результатов были бы привлечены сведения по сравнительной макроархитектонике локомоторного аппарата у соболей клеточного содержания [Л.М. Чуватин, 1975]. Ряд исследований посвящены ростовым процессам в организме соболя с учетом влияния минеральной подкормки, так считается, что основной рост соболей заканчивается к шести месяцам жизни животных, но незначительное увеличение массы тела продолжается в последующие периоды. При этом животные, получавшие минеральную подкормку, отличались от своих сверстников более высокими показателями массы тела и бездефектной шкурковой продукцией. К сожалению, специальными исследованиями по минерализации костяка при этом не занимались, в то время как общеизвестно, что подавляющая часть кальция и фосфора содержится в костной ткани [Л.В. Швецов, 1980]. Кальций необходим как ее структурное вещество, он участвует в регулировании возбудимости нервной системы, в свертывании крови, фосфор играет важную роль в углеводном обмене [Н.Ш. Перельдик и соавт., 1981]. Примечательным является и тот факт, что уровень минерального обмена в организме отражает химический состав волос [M. Brochart, 1957; M. Welser, M. Zacher, 1965; R. Neseni, 1970; N. Anke, 1971; А.Ф. Верниченко и соавт., 1975; Н.В. Тюркина, Н.Н. Тютюнник, 1979; К. Kasperak, 1979; Н.В. Тюрнина, 1981]. Отсюда логично предположить о тесной связи обмена минеральных веществ в скелете и волосяном покрове. Однако однозначной корреляции до сих пор еще никем не установлены.

Представляют интерес исследования в области остеологии норки: изучены рост и развитие скелета американской норки в постэмбриональный период, так рост норки происходит неравномерно [В.А. Александров, 1965]. Он особенно интенсивен в первый месяц жизни зверей, после чего темпы ростовых процессов постепенно снижаются. Ко времени убоя зверей (6 мес) затухает рост костей в длину и заканчиваются процессы их окостенения, при этом подмечено, что макроскопически скелет молодых норок не отличается от такового взрослых животных. Отдавая должную дань в проведении скурпулезной работы по анализу данных макроскопической морфометрии, есть основание поставить под сомнение очень важный вопрос о сроках окончания синостозирования костей. Без привлечения методов рентгеноанатомии очень трудно ответить на него однозначно. К тому же приходится сожалеть, что в исследовании отсутствуют данные по макро-морфологии костей у взрослых зверей. Выявлено, что после рождения норки

ее скелет интенсивно растет и к четвертому месяцу жизни животного его масса увеличивается более чем в 27 раз, причем в основном за счет роста периферического отдела [А.М. Евстратова, Е.С. Романов, 1967]. Стадия интенсивного роста скелета конечностей всегда соответствует бурному росту зверей, что подтверждается морфофункциональным анализом грудных и тазовых конечностей норки, кролика и нутрии [В.В. Абукова, 1980]. Анализируя линейные особенности скелета норки, констатирует, что для костной системы грудной конечности самцов характерно удлинение лопатки, кисти и укорочение предплечья; для тазовой конечности - укорочение голени и удлинение стопы [Ю.Г. Лаптев, 1971]. Далее совершенно неоправданно, на наш взгляд, приходят к заключению о том, что значительных изменений в скелете у пушных зверей, разводимых в хозяйствах, в сравнении с их дикими сородичами не произошло, при этом апеллирует к данным лишь макроскопической морфометрии скелетированных звеньев, то есть к тем данным, которые отражают наиболее консервативные признаки в устройстве костей.

Мы вполне разделяем мнение о том, что в результате изменившейся биомеханической нагрузки наблюдается перестройка костей конечностей, проявляющаяся не только в изменении их формы и размеров, но и соотношении компакты и спонгиозы, степени минерализации [В.С. Коток, С.Ф. Манзий, 1973; К.П. Мельник и соавт., 1975]. Следует отметить, что здесь обобщен огромный фактический материал (45 видов млекопитающих). Интересные данные были получены при изучении влияния одомашнивания на пропорции тела норки, по длине тела клеточные звери мало отличаются от диких, но существенная разница установлена в массе тела [Н.Е. Drescher, 1975]. Так, при равной длине масса тела у клеточных норок на 57% выше, чем у диких сверстников, при этом у одомашненных норок увеличивается масса жировой ткани, внутренних органов и локомоторного аппарата. Большой интерес представляют сравнительные данные по остеометрии скелетных звеньев норки американской и европейской [Д.В. Терновский, 1977]. По результатам этих исследований, у первой показатели длины трубчатых костей конечностей намного выше. Есть и другие сообщения об увеличении массы жира и внутренних органов у норок, находящихся в клетках уменьшенных размеров [Н.Б. Меньшова, 1975]. Как выяснилось, шкурки от высокоупитанных зверей отличаются большей дефектностью [Е.М. Вальтман и соавт., 1977], к тому же звери, имеющие упитанность выше средней, имеют худшие показатели по выходу щенков [Г.Б. Мамаева, 1981].

Что касается морфологических особенностей скелетной системы пушных зверей семейства *Canidae* (лисицы и песца), то здесь следует выделить наблюдения о влиянии одомашнивания на анатомические признаки серебристо-черной лисицы [G. Müller, 1942]. При этом масса тела у серебристо-черных лисиц из природных популяций колеблется в одинаковых пределах, не имеет существенных различий и длина трубчатых костей. У серебристо-черных лисиц коэффициенты увеличения размеров скелетных

звеньев возрастают в направлении к дистально расположенным костям пясти и плюсны [Г.Б. Мамаева, 1961]. В росте скелета у песцов выделяет следующие особенности: наименьшей интенсивностью роста характеризуются кости, расположенные в проксимальных отделах свободной конечности, а наибольшей - в ее дистальных отделах. Максимальный коэффициент роста при этом имеют кости, отличающиеся наименьшими линейными размерами при рождении зверей [Г.В. Трубецкой, 1967]. Возрастная динамика роста скелета голубых песцов на основании морфометрических данных приховит к заключению, что процесс окостенения скелета у зверей заканчивается к шестимесячному возрасту [Л.Н. Нагрецкий, 1971]. Что во многом согласуется с данными об особенностях линейного роста песцов [Ю.Г. Лаптев, 1971]. Сведения о процентном соотношении костных звеньев тазовой конечности у лисицы обыкновенной позволяют сделать вывод, что наиболее массивна в тазовой конечности голень (34,2%), далее следует бедро (31,2%) и, наконец, плюсна (14,92%) [С.Ф. Манзий, В.С. Коток, 1973]. Также подробно изучены анатомические особенности скелета грудной конечности у серебристо-черных лисиц (жаль, что представлена лишь описательная сторона изучаемого вопроса и не вскрываются морфофункциональных связей в строении локомоторного аппарата) [Л.И. Лебедев, А.Н. Романов, 1980]. Что ни в коей мере не снижает значение полученных данных, а лишь подтверждает их актуальность, в том числе и в изучении возрастных особенностей в посткраниальном скелете у серебристо-черных лисиц [Н.А. Зыкин, А.М.Кокорин, 1986; С.А. Тарасов, 1986].

В итоге можно заключить, что изучение скелетной системы ценных в экономическом отношении пушных зверей привлекло к себе внимание весьма значительного числа исследователей. Имеющиеся сведения касаются как ее макро-, так и микроархитектоники, хотя часто и носят описательный характер. Эти основные штрихи, характеризующие морфологические особенности кости, не во всем раскрывают механизмы и закономерности ее адаптационной перестройки под влиянием фактора изменившейся биодинамики, в том числе и в условиях промышленного звероводства. Познание их представляет самостоятельную задачу, решение которой остается актуальной как в теоретическом, так и в прикладном отношении.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СКЕЛЕТА ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

В качестве объектов исследования были избраны три вида пушных зверей (соболь, корка, лисица), сравнительно хорошо освоенные, экономически выгодные и весьма перспективные в промышленном звероводстве. Как известно, эти виды относятся к отряду хищных - Carnivora, семействам куньих - Mustelidae и псовых - Canidae, отличающихся рядом биологических и поведенческих особенностей. Самой практикой промышленного звероводства таким образом отобраны объекты, позволяющие при их изучении полнее опенить характер и глубину адаптивных перестроек в костной системе. С целью повышения

объективности и достоверности оценки структурного состояния скелета исследование проведено путем сравнительно-анатомического сопоставления, являющегося классическим методом биологического анализа. При подборе объектов исследования мы использовали по каждому виду особей из естественных популяций и из числа поголовья, выращиваемого в условиях звероводческих хозяйств Московской области России. Материал для исследования был взят от клинически здоровых соболей, норок, лисиц в период планового хозяйственного убоя с целью получения шкурковой продукции.

Структурные адаптации в скелете изучались на примере длинных трубчатых костей конечностей. Всего исследовано 1488 трубчатых костей. Выбранные в качестве модели трубчатые кости содержат в себе все компоненты, необходимые для морфофункционального анализа в плане онтогенетических и эколого-адаптивных перестроек. Подбор животных каждого вида для исследования производился с учетом получения датированного материала по возрасту, возраст диких животных определяли в соответствии с разработанными методическими рекомендациями, основанными на морфологических критериях [Е.А. Клебанова, Г.А. Клевезаль, 1966; Г.А. Клевезаль, Е.С. Клейненберг, 1967; Н.Н. Граков, Г.К. Монахов, 1981]. Поставленные в исследовании задачи включали изучение различных сторон морфофункционального состояния скелета. Это в свою очередь вызвало необходимость использования разнообразных методов, поскольку каждый в отдельности открывает возможность наблюдения и оценки какой-то одной из сторон структурной организации кости. Исходя из необходимости более полного и всестороннего охвата явлений, мы использовали в своей работе комплекс методов, которые в ряде случаев являются взаимодополняющими. Некоторые методы разработаны и применены нами впервые, другие - модифицированы с учетом особенностей изучаемой биологической системы. В общей сложности примененный комплекс методов включает: анатомическое препарирование с последующей морфометрией скелетированных звеньев.

Определяли следующие анатомические показатели скелетированных звеньев: абсолютную массу, физиологическую длину, периметр в середине диафиза, выраженность мышечно-суставного рельефа. Для определения массы скелетных звеньев использовали электрические весы типа РН-10-Ц-13У с точностью до 5 г, их физиологическую длину измеряли с помощью штангенциркуля с точностью до 0,1 г/мл. Однако абсолютные данные (масса, длина и др.) не дают достаточно полной информации о ростовых характеристиках исследуемых костных звеньев. Более объективные сведения можно получить, опираясь на количественные значения индексов развития костей, поскольку при их анализе в какой-то степени исключается влияние фактора индивидуальной изменчивости абсолютных морфометрических данных, который имеет место при взятии за основу усредненных линейных и весовых размеров длинных трубчатых костей. Учитывая это обстоятельство,

наряду с определением абсолютных промеров скелетных звеньев стило- и зейгоподия, вычисляли следующие индексы: массивности (ИМ) как отношение массы кости к ее физиологической длине, относительной массивности (ИОМ, %) - отношение периметра в середине диафиза к длине кости, умноженное на 100 [С.Г. Антонов, 1977] и индекс грацильности (ИГ) - отношение длины кости к периметру в середине ее диафиза.

Обзорную рентгенографию производили на рентгеновском аппарате РУМ-7 на носитель рентгеновского образа с высокой разрешающей способностью (микрат 300, 600) при технических условиях съемки: напряжение 30 кВ, сила тока 15 мА, время экспозиции 2-4. Для контактной микрорентгенографии полутонких костных шлифов (до 200 мкм) использовали аппарат ТУР-60 (напряжение 25 кВ, сила тока 10 мА, время экспозиции 1 минута) и пластинки высокого разрешения (типа EP). Стереомикрорентгенографию осуществляли при помощи специального устройства [И.О. Амосов, Н.А. Сазонова, № 980052], снижающего эффект диспорантной несовместимости стереопар. Прижизненную рентгенографию опорно-двигательного аппарата пушных зверей проводили на малогабаритной микрофокус-яой рентгеновской установке Рейс-Д, отличительной особенностью этого аппарата является его повышенная разрешающая способность, возможность получения прямого рентгеновского увеличения в 10-15 раз и наличие рентгеновской трубки с микрофокусом (15-30 мкм). Рентгенография может производиться в неспециализированных помещениях, уровень интенсивности неиспользуемого рентгеновского излучения низкий, аппараты могут эксплуатироваться в полевых условиях, так как предусмотрено питание от аккумуляторов на 24 В. Технические условия съемки следующие: напряжение 45 кВ, сила анодного тока 100 мА, фокусное расстояние 20 см, время экспозиции 1 с. Всего выполнено 1898 остеорентгенограмм. Проведено прижизненное обследование костно-суставного аппарата у 150 животных, из них у 30 норок и 120 серибристо-черных лисиц. Экспозиция и проявление рентгенограмм были строго стандартизированы.

Рентгенограмметрию осуществляли с помощью стереоскопического бинокулярного микроскопа МБС-1 (объектив 8, окуляр 2). Определяли наружные размеры трубчатых костей: длину, поперечный диаметр, толщину кортикального слоя в середине диафиза латерально и медиально, ширину костномозгового канала. Вычисляли следующие индексы: компактности - отношение толщины компакты к ширине костномозгового участка; индекс развитости компакты [E. Barnett, B. Nordin, 1960] как отношение абсолютной суммарной толщины кортикального слоя в середине диафиза к диаметру кости в том же ее участке; медуллярный указатель - процентное соотношение диаметра костномозгового участка к диаметру кости. Обработку рентгенологической информации проводили путем визуального изучения рентгеновской структуры костей, тотальной

сравнительной микрорентгеноденситометрии на установке УАР-1 "Контур" по разработанной нами методике [авторское свидетельство 1130321, 1984].

При визуальном изучении снимков мы придерживались однотипной схемы и последовательности их рентгенологического анализа: форма, контуры, структура, рентгеновская суставная щель, ядра окостенения, окружающие ткани [Г.А. Зедгенидзе, 1970; А.Д. Белов, Н.А. Слесаренко, 1985]. Визуальное изучение рентгеновской структуры костей является основным принципом переработки рентгенологической картины. Однако оно вносит в исследования элемент субъективизма, поскольку зависит от особенностей зрительного восприятия. В связи с этим более объективные сведения о морфологии костей и их адаптивных перестройках в отдельных случаях дает рентгенограмметрия. Этот способ мы широко использовали в своих исследованиях для вычисления индексов, отличающихся наибольшей информативностью. Ввиду сложной структуры рентгеновских снимков возникла необходимость специального усиления их отдельных участков путем перевода черно-белого изображения в цветное, наиболее естественное для восприятия человеческим глазом. При цветовом кодировании рентгенограмм используется большой динамический диапазон чувствительности глаза к цветным изображениям, чем при выявлении деталей, скрытых в черно-белом изображении. Совершенно очевидно, что раскраска серых полутонов в контрастные цветовые градации обеспечивает более полный и дискретный анализ структурных изменений в скелете. Такая обработка возможна при использовании телевизионных систем, позволяющих осуществлять подчеркивание контуров, вычитание изображений, представление черно-белых изображений в условных цветах. Нами внедрен в остеорентгенологию способ анализа рентгеновской информации [авторское свидетельство № 1130321]. Что позволяет осуществлять гармонизацию и цветное контрастирование рентгенограмм и стереорентгенограмм. Цветовое кодирование монохромного изображения отличается тем достоинством, что позволяет выделить на рентгенограмме участки повышенной и пониженной плотности, которые невозможно отдифференцировать путем обычного визуального изучения снимков, при этом одновременно открывается возможность для гистографической оценки размеров и числа подобных изменений, а также установить количественные геометрические параметры их длины, площади и т.п.

Анализ рентгенограмм осуществляли путем цветовой дешифровки их оптической плотности и измерения площади изображения всей кости и участков рентгенограмм, окрашенных в отдельные фиксированные цвета, соответствующие определенным денситометрическим характеристикам костного вещества. По распределению плотности судили о количественных и качественных морфологических различиях и степени минерализации длинных трубчатых костей пушных зверей. Дешифровку рентгенограмм проводили с помощью блоков аналогового и дискретного цветового кодирования. Для качественной визуальной оценки структурных особеннос-

тей костей предпочтительнее пользоваться аналоговым (амплитудным) режимом работы УАР-1. В этом режиме реализуется принцип раскрашивания черно-белого изображения в условные цвета по трем сторонам цветового треугольника. При этом амплитуда черно-белого видеосигнала рентгенограмм преобразуется в семь цветов с плавными переходами между ними: синий, пурпурный, желтый, зеленый, лимонный, голубой, белый (перечислены в порядке уменьшения плотности). Плавный переход одного цвета в другой создает наглядную картину для ориентировочной общей визуальной оценки соотношения оптических плотностей почернения рентгенограмм. В данном режиме мы осуществляли сравнительный параллельный анализ остеорентгенограмм диких и клеточных зверей с последующей фиксацией цветовой гаммы на фотографических отпечатках.

В дискретном (частотном) режиме работы дешифратора УАР-1 амплитуда черно-белого видеосигнала преобразуется в восемь фиксированных цветов: красный, голубой, сиреневый, зеленый, желтый, синий, лимонный и белый (представлены в порядке уменьшения плотности). Исходя из соответствия каждого цвета определенной оптической плотности, проводили подробную сравнительную оценку трубчатых костей. На дешифрованной таким путем рентгенограмме с помощью ЭВМ аппаратуры УАР-1 одновременно осуществляли планиметрические измерения всей кости, а также участков отдельных цветов остеорентгенограммы. Полученные цифровые данные обрабатывали путем построения гистограмм распределения оптической плотности в пределах всего поля остеорентгенограммы. Использование способа обеспечивает возможность одномоментного анализа плотности всей площади рентгенограммы, опираясь при этом на объективные критерии, где сравниваемые величины выражены количественно.

Для приготовления гистологических препаратов из середины диафиза и эпифиза трубчатых костей после их декальцинации в 10% азотной кислоте вырезали образцы, которые промывали в воде в течение суток, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации, помещали на 3 часа в этиловый спирт - эфир и заключали в целлоидин. Затем готовили гистологические срезы толщиной 10-12 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином, пикрофуксином по ван Гизону [уточнить], а также использовали способ комбинированного окрашивания красителями тиазиновсго ряда [П.М. Мажуга, Т.П. Вечерская, 1974]. Морфометрию структур костной и хрящевой тканей проводили под микроскопом МБИ-3 (об. 20, ок. 7). Приготовлено 998 гистологических препаратов. Для гистологических исследований кожного покрова у норок и лисиц отбирали его образцы с латеральной поверхности туловища позади лопатки в течение I часа после смерти животного. Кусочки ткани фиксировали в 10% растворе нейтрального формалина. Для изучения в световом микроскопе образцы промывали в проточной воде, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации (с 70° до абсолютного) и заливали в парафин. Парафиновые среды толщиной 10-12 мкл ориентировали как параллельно, так. и перпендикулярно поверхности кожи и окрашивали

классическими гистологическими методиками. Фотографирование структур проводили под микроскопом МБИ-6 (об. 10, ок. 12,5). Для изучения пространственной организации волокнистых структур дермы, а также волосяного покрова использовали сканирующую электронную микроскопию как срезов, так и нативных образцов.

Для растровой электронной микроскопии кусочки тканей фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида на фосфатном буфере (рН = 7,2-7,4) с последующим обезвоживанием в растворах этилового спирта возрастающей концентрации: в 50-70° - по 30 мин, в двух сменах 96° спирта - по 30 мин, в 3-х сменах 100° спирта - по 15 мин, в 100° эфир (1:1) - 15 мин, эфире - 15 мин. Обезвоженные образцы напыляли медью и золотом в напылителе ПЕЕ-4С и исследовали в электронном микроскопе IS M-15 (Япония) при ускоряющем напряжении 25 кв. Параллельно исследовали гистологические срезы, предварительно освободив их от целлоидина. Для изучения пространственной архитектоники структур костной ткани материал обрабатывали в 2% растворе трипсина в течение 10-12 ч [А.А. Докторов, Ю.И. Денисов-Никольский, 1982], затем промывали в фосфатном буфере (рН = 7,2-7,4), фиксировали в 2,5% растворе глутарового альдегида на этом же буфере - от 2 до 7 дней и обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации.

Для исследования структурной организации кристаллической фазы минерального компонента костной ткани образцы компактного вещества бедренной кости подвергали термообработке в муфельной печи при $t=850^{\circ}\text{C}$ в течение часа. Специально обработанные образцы просматривали в сканирующем микроскопе IS M-15. Выполнено 530 сканограмм, иллюстрирующих пространственную архитектуру костной, хрящевой тканей и кожного покрова. Макромеханические свойства кости изучали на основании испытания на сжатие и изгиб, 123 образцов, выпиленных из середины диафиза бедренной и большеберцовой костей с помощью стандартных машин Р-5 с автоматической регистрацией силовой нагрузки и Zwick-1464 (Германия) при скорости сжатия 10 мм/мин. Нагружение осуществляли до разрушения образца, критериями оценки механических свойств служили предел прочности (σ_2) модуль упругости (E) при сжатии и изгибе относительная деформация разрушения (E разр.), относительная упругая деформация (E). Предел прочности рассчитывали по формуле: $\sigma = \frac{P}{S}$, где P - продольная разрушающая сила; S - площадь поперечного сечения образца. Модуль упругости определяли по формуле: $E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$, где σ - разрушающее напряжение; ε - относительная продольная деформация ($\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$), то есть отношение, абсолютного укорочения (Δl) к первоначальной длине образца (l). Обработку цифровых данных проводили с использованием пакета стандартных программ математической статистики. Для каждого образца снимали диаграмму деформирования «усиление - укорочение»,

которую пересчитывали в диаграмму «напряжение - деформация». Микротвердость как интегральное свойство всех механических характеристик [В.М. Глазов, В.Н. Вигдорович, 1969] определяли по методике Виккерса на приборе ПМТ-3 при нагрузке индентора $P=981$ Н, времени нагружения $t=40$ сек, расстоянии между центрами уколов $l=r \times 10^4$ м. Учитывая зависимость механических характеристик от содержания влаги [I.D. Currey, 1965; E.D. Sedlin, 1965; A.H. Burstein et al., 1972; И.В. Кнетс, 1975; А.Э. Мелнис, Г.О. Пфафрод, 1982], все испытания проводили при одинаковом влажностном состоянии материала. Математическую обработку для получения данных с заданной (не менее 95%) степенью вероятности, а также статистический анализ цифровых данных проводили с использованием общепринятых методов [Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов, 1983].

ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТИ И СТРУКТУРНЫЕ АДАПТАЦИИ В СКЕЛЕТЕ КОНЕЧНОСТЕЙ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ

Для изучения структурных адаптации в скелете в качестве анатомической модели выбраны длинные трубчатые кости конечностей: плечевая, лучевая, бедренная и большеберцовая. Это обусловлено тем, что вышеуказанные скелетные звенья являются наиболее изученными в морфофункциональном отношении у других видов животных [Г.С. Абельянц, 1951; П.М. Мажуга, 1953, 1956; Б.В. Криштофорова, 1980, 1984; М. Мелизи, 1985 и др.], а также весьма информативными по структурному состоянию и происходящим в скелете перестройкам в связи с развитием, ростом, различного рода адаптациями. В число объектов исследования включены три вида пушных зверей (соболь, норка, лисица), с целью всесторонней оценки структурных изменений, происходящих в костной системе при различных условиях обитания, у форм с ограниченными возможностями адаптации (соболь, норка) в сравнении с широкоадаптированным видом (лисица).

Рассмотрим ниже макроморфологию длинных трубчатых костей пушных зверей по каждому биологическому виду отдельно. Соболь (*Martes zibellina*) относится к типичным представителям семейства куньих (*Mustelidae*), хорошо приспособленных к обитанию в суровых условиях тайги. Зверька привлекают надежные убежища, обильная и разнообразная пища. Это очень подвижная форма, отличающаяся разнообразным характером локомоций. Благодаря исключительно ценному меху, соболь издавна служил предметом охотничьего промысла. В настоящее время он является одним из ценнейших объектов промышленного звероводства, однако перевод зверей в необычную среду способствовал изменению ряда их физиологических отправления и прежде всего - значительному увеличению сроков полового созревания соболей. Достаточно привести такой пример: самки соболя, разводимого в клетках, достигают половой зрелости только в 3-4 года, в то время как самки особей из природных популяций приносят потомство уже на первом году жизни. Следовательно, соболь является биологическим видом с весьма ограниченными адаптационными возможностями организма к неадекватным условиям существования.

Материал, полученный от диких особей Енисейского края, мы имели возможность распределить по двум группам: молодые (сеголетки) и взрослые. Молодой соболь из естественных биоценозов: в эту группу включены звери в возрасте до года (сеголетки). Трубчатые кости стило- и зейгоподия у зверей - сеголеток анатомически уже сформированы, они имеют четкую макроскопическую архитектуру и подразделены на характерные для каждого звена отделы с хорошо выраженным мышечно-суставным рельефом. По относительной массе (в процентах к массе всей конечности) скелетные звенья стило- и зейгоподия у сеголеток распределились следующим образом: 29% составляет плечевая кость, 25% - лучевая, 30% - бедренная и 32% - большеберцовая. Эти данные отражают неодинаковую интенсивность роста костей по их массе в различных звеньях свободной конечности и связаны с топографическим расположением кости и условиями биомеханической нагрузки. Из этих показателей следует, что в ранний период посткатоного онтогенеза с большей скоростью растут по массе скелетные звенья тазовой конечности в сравнении с грудной, существенно различаются они также и по показателям абсолютной физиологической длины. При определении индекса массивности (ИМ) трубчатых костей (отношение массы к физиологической длине) установлено, что для плечевой кости по усредненным групповым показателям он равен 0,042, для лучевой - 0,043, бедренной - 0,052 и для большеберцовой - 0,045. То есть, максимальная массивность присуща бедренной кости, что связано с ее особой ролью в био механике тазовой конечности и расположением в этой области большого количества мышц. При анализе цифровых выражений индекса относительной массивности (ИОМ, %) скелетных звеньев, вычисленного на основании только линейных промеров костей (отношение окружности диафиза к длине кости, умноженное на 100), установлено, что в длинных трубчатых костях тазовой конечности этот показатель ниже, чем в гомологичных звеньях грудных. Индекс грацильности трубчатых костей уменьшается с возрастом диких соболей, что свидетельствует об интенсивности линейного роста скелетных звеньев в длину и в ширину пропорционально возрасту зверей; максимальных значений он достигает в области стило- и зейгоподия тазовой конечности, значительно меньше этот показатель у плечевой и лучевой костей, что отражает характер развития костных звеньев тазовой конечности в большей степени в направлении грацилизации, а грудной - утолщения диафизарных стенок и связано с условиями биомеханической нагрузки.

Взрослый соболь из естественных биоценозов: данная группа объединяет разновозрастных особей старше года. Как и у молодых диких особей, у взрослых соболей длинные трубчатые кости дифференцированы на характерные для каждой из них анатомические части. При визуальной оценке степени выраженности мышечно-суставного рельефа очевидно, что с возрастом у диких соболей анатомические детали, служащие для закрепления мышц, приобретают большую подчеркнутость (выраженность), чем у сеголеток. Данные макроскопической морфометрии свидетельствуют о

прогрессивном росте скелетных звеньев стило- и зейгоподия пропорционально росту массы тела зверей. У взрослых диких соболей в сравнении с сеголетками достоверно увеличиваются не только масса тела, но и линейные и весовые размеры длинных трубчатых костей. Возрастает также и относительная масса (1,3 процентах к массе всей конечности) костных звеньев. Так, ее значение у плечевой кости увеличивается до 32% (против 30% у сеголеток), лучевой до 26% (против 25%), бедренной до 31% (против 30%) и большеберцовой до 34% (против 31% у сеголеток). Соответственно возрастает у диких взрослых соболей и индекс массивности (ИМ) трубчатых костей: плечевой до 0,065 (против 0,042 у сеголеток), лучевой - до 0,051 (против 0,043), бедренной - до 0,062 против 0,052) и большеберцовой - до 0,063 (против 0,045). Следует подчеркнуть также и возрастное увеличение индекса относительной массивности (ИОМ) трубчатых костей, который вычислен на основании только линейных промеров (отношение периметра в середине диафиза к длине кости, умноженное на 100). При сопоставлении данных, отражающих степень грацильности скелетных звеньев (отношение длины к периметру в середине диафиза), можно заметить уменьшение этого показателя с возрастом диких соболей, что связано, по-видимому, с активной периостальной аппозицией костного вещества.

Таким образом, на основании данных макроскопической морфометрии и визуального изучения анатомических признаков трубчатых костей можно сделать заключение, что у соболя из естественного биоценоза происходит прогрессивный рост скелета пропорционально росту массы тела. Это выражается, в частности, в увеличении весовых и линейных размеров трубчатых костей, а также в изменении индексов, характеризующих интенсивность роста скелетной основы тела.

Соболь клеточного содержания: материал отбирали от четырех возрастных групп, включающих молодых животных (6 месяцев), взрослых (2-4 года и 5-9 лет) и престарелых (10-14 лет) в соответствии с принятой, возрастной периодизацией [К.Н. Граков, Г.И. Монахов, 1981].

Молодой соболь клеточного содержания: эта группа объединяет шестимесячных животных - первого возраста, используемого при плановом хозяйственном убое. Следует отметить, что полугодовалые звери отличаются между собой по размерам и массе тела, но по этим признакам превосходят особей из естественных популяций аналогичного возраста. Для всей исследованной группы зверей клеточного содержания характерно то, что трубчатые кости стило- и зейгоподия у них, как и у особей из природных популяций такого же возраста, имеют вполне сформированную макроархитектуру и подразделены на присущие кагдсму звену анатомические отделы. Индекс массивности трубчатых костей грудной конечности у полугодовалых клеточных соболей заметно превосходит этот показатель у сеголеток, в то время как кости тазовой конечности и, в частности бедренная кость, имеет у соболя из природных популяций большие значения ИОМ, %, чем у зверей клеточного содержания. Индекс

грацильности скелетных звеньев выше у шестимесячных соболей, разводимых в неволе, чем у обитающих в природных условиях, что связано с более высокими темпами их роста в условиях сбалансированного рациона кормления в ранний период постнатального онтогенеза.

Что касается показателей относительной массы (в процентах к массе всей конечности), то они также заметно преобладают в костях клеточных соболей по сравнению с дикими. В частности, относительная масса плечевой кости увеличивается до 37% (против 32% у сеголеток), бедренной до 30% (против 26%) и большеберцовой до 32% (против 21% у сеголетка). Из этих данных следует, что у клеточных шестимесячных соболей рост трубчатых костей по массе происходит с большей интенсивностью, чем у их сверстников из естественных биоценозов. Этому способствуют в значительной степени те условия, в которых находятся молодые растущие животные; в полноценном сбалансированном рационе кормления они получают весь необходимый для своего нормального развития комплекс питательных веществ.

Взрослый соболь клеточного содержания (2-4 года): у соболей данного возраста скелетная система, в том числе звенья конечностей, как и у более молодых, имеют характерные для биэпифизарной трубчатой кости отделы. При визуальной детальной оценке анатомических признаков исследуемых костей можно заметить некоторую сглаженность их костно-суставного рельефа в сравнении с дикими взрослыми особями, а также непропорциональную массивность (в ряде случаев) эпифизарных отделов. Хотя рост животного и продолжается, однако абсолютная масса и физиологическая длина скелетных звеньев у взрослых клеточных соболей не только не увеличивается, но и уменьшается по сравнению с данными морфометрии костей более молодых (шестимесячных) зверей и в особенности в сравнении с дикими взрослыми особями. Аналогичная картина имеет место в распределении показателей относительной массы от дельных костей (в процентах к массе всей конечности). Так, относительная масса плечевой кости снижается до 29% (против 37% у шестимесячного клеточного и 32% у взрослого дикого соболя), лучевой до 24% (против 30 и 26%), бедренной до 25% (против 26 и 31%) и большеберцовой до 30,9% (против 31,2 и 34%). Можно полагать, что в этом возрасте замедление темпов роста скелетных звеньев по массе связано с пребыванием клеточных животных в условиях длительной гипокинезии, когда условия обитания оказывают решающее влияние на ростовые характеристики скелета. В связи с этим у половозрелых растущих соболей снижается и индекс массивности (ИМ) костей, а также индекс относительной массивности (ИОМ, %), вычисленный на основании линейных промеров скелетных звеньев, но ощутило возрастают показатели индекса грапкльности скелетных звеньев. Его увеличение у растущих половозрелых зверей при одновременном снижении индекса относительной массивности свидетельствует о замедлении темпов аппозиционного прироста костной ткани, что приводит к истончению стенок костного диафиза.

Если у диких соболей наблюдается возрастание массивности трубчатых костей пропорционально их возрасту, то у половозрелых растущих соболей, разводимых в клетках, налицо регистрируется обратное явление: снижаются не только весовые и линейные размеры исследуемых скелетных звеньев, но и существенно изменяются индексы, характеризующие ростовые процессы в скелете. На основании этих данных очевидно, что у половозрелых растущих животных, находящихся в условиях ограниченной двигательной активности, замедляются темпы роста скелетной основы тела, при этом костные звенья по своим анатомическим признакам роста и развития никогда не достигают уровня, регистрируемого у сверстников из природных популяций.

Средневозрастной соболь клеточного содержания: в эту группу в соответствии с общепринятой возрастной периодизацией входят животные в возрасте 5-9 лет. Макроскопические показатели роста и развития длинных трубчатых костей у зверей данного возраста свидетельствуют о некоторой активизации темпов формирования скелета. Это выражается, в частности, в некотором приросте кассы и длины трубчатых костей по сравнению с аналогичными остеометрическими показателями у более молодых животных. Соответственно возрастают и значения индекса массивности (ИМ) скелетных звеньев.

При сравнении морфометрических данных, выражавших темпы роста скелета у средневозрастных клеточных соболей и диких взрослых особей, нетрудно заметить, что скелетные звенья конечностей у клеточных зверей по своей макроскопической структуре и показателям роста уступают их диким сверстникам. Это выражается в достоверном уменьшении у соболей, разводимых в клетках, в сравнении с особями из природных популяций, индекса массивности (ИМ) и индекса относительной массивности (ИОМ, %) всех исследуемых трубчатых костей, а также изменении показателей индекса грацильности (ИГ), который у средневозрастных соболей в сравнении с более молодыми (2-4 года; уменьшается в звеньях стилоподия и, наоборот, увеличивается в костях зейгоподия. Это явление следует рассматривать как результат асинхронного роста трубчатых костей в зависимости от положения кости в звене конечности и испытываемой в связи с этим биомеханической нагрузки на основании этих данных можно думать, что периостальное новообразование костного вещества активизируется в проксимальных звеньях свободно: конечности, в то время как в средних - эти процессы несколько затухают.

Визуальная анатомическая оценка скелетированных звеньев также, как и данные морфометрии, свидетельствуют о том, что длинные трубчатые кости в условиях свободной подвижности (природные биоценозы) развиваются в направлении приобретения анатомических признаков, позволяющих сочетание в скелете достаточной прочности и легкости при максимальной экономии биоматериала, в то время как при гипокинезии (клеточное содержание; скелетные звенья отличаются массивными макроскопическими признаками.

Престарелый соболь клеточного содержания: данная группа объединяет зверей в возрасте 10-14 лет, хотя существенных макроскопических изменений внешней архитектуры трубчатых костей у старых особей не обнаружено, обращает на себя внимание сглаженность костно-суставного рельефа и отдельных анатомических деталей, присущих определенному костному звену. При морфометрии костей выявлено уменьшение их абсолютных весовых и линейных размеров. Индекс массивности скелетных звеньев сохраняется почти в тех же пределах, однако существенно изменяются индексы развития костей, определенные на основании их линейных размеров. Так, возрастают показатели индекса относительной массивности всех исследуемых костных звеньев, а значения индекса грацильности, наоборот, снижаются. Что достаточно убедительно характеризует происходящие в костях старческие атрофические процессы, приводящие к возрастному остеопорозу в связи с затуханием общего метаболизма в организме животных.

Таким образом, в условиях клеточного содержания, как и в естественной среде обитания, у соболя наблюдается прогрессивное развитие скелетной основы тела. При этом трубчатые кости у молодых соболей, разводимых в клетках, по анатомическим показателям роста и развития опережают сверстников из природных популяций. Однако условия гипокинезии, в которых вынуждены пребывать в течение длительного времени звери, разводимые в неволе, накладывают отпечаток на характер роста их скелета: в условиях клеточного содержания происходит замедление темпов периостальной аппозиции костного вещества, приводящее к изменению макроморфологических показателей костей в направлении гипостоза, в то время как скелетные звенья у диких особей развиваются в сторону приобретения, грацильных анатомических признаков, обеспечивающих высокое биомеханическое совершенство опорно-двигательного аппарата.

Известно, что норка существенно отличается от соболя по условиям обитания и поведенческим реакциям, связанными с особенностями добывания пищи. На территории России в естественных биоценозах обитает один вид этого зверя - европейская норка (*Mustela lutreola*), которая отличается сравнительно мелкими размерами и менее высоким качеством меха по сравнению с другим, завезенным в нашу страну видом. Поэтому в промышленном звероводстве используется американская норка (*Mustela vison*) хорошо акклиматизированный, выносливый и высокопродуктивный зверь, являющийся также основной формой при проведении генетико-селекционной работы в норководстве. В естественных условиях норка ведет амфибиотный образ жизни; животное охотно селится около водоемов. По характеру опоры относится к пальцестопоходящим. Половая зрелость наступает в возрасте 9-10 месяцев [В.А. Берестов, 1985]. В связи с длительной гипокинезией и направленной селекцией на укрупнение зверей существенно изменилась масса их тела. Вместе с тем в связи с пребыванием животных в условиях ограниченной двигательной активности значительно упали потенциальные рабочие возможности их организма, что выразилось, например,

у норок в повышении ритма дыхания и сердечной деятельности в покое и снижении сердечного и легочного индексов [В.А. Берестов, Л.К. Кожевникова, 1981].

По особенностям роста и развития в постнатальном онтогенезе разводимых на зверофермах норок выделены следующие периоды: молочный - 30 дней, переходный (от молочной пищи к грубой) - от 30 до 50 дней, период юности - с двух до пяти месяцев, период зрелости и расцвета функциональной активности охватывает первые два года и, наконец, период старения - характеризуется снижением воспроизводительной способности животных [М.Д. Абрамов и соавт., 1968; М.Д. Абрамов, 1974].

Для целей своего исследования мы имели возможность получить материал от норок следующих возрастных групп: 1) семимесячные молодые животные; 2) полуторогодовалые; 3) двухлетние и 4) трехлетние особи. Следует заметить, что в условиях звероводческих хозяйств норки выращиваются в основном до трех лет, поэтому зверей старшего возраста отобрать для исследования не представилось возможным. Для сравнения в качестве эталона дикой фохсы мы использовали материал от европейской норки, получаемой в охотохозяйствах Карелии (Россия). Разумеется, материал поступал не датированный по возрасту, но позволяющий по состоянию ростковых зон в трубчатых костях конечностей и некоторым другим морфологическим критериям определять примерный возраст добытых зверей. Особи из естественных популяций были разделены на две возрастные группы: молодые особи (до года) и взрослые животные (старше одного года).

Норки из естественных биоценозов: у молодых (до года) диких норок скелетные звенья конечностей анатомически выглядят вполне сформированными и четко подразделены на характерные для каждой биэпифизарной трубчатой кости отделы. Как уже отмечалось, дикая европейская норка отличается от американской более мелкими размерами, в том числе и показателями массы тела. С развитием всего организма зверей, естественно, коррелирует и развитие скелетной основы тела. Однако визуальная анатомическая оценка скелетированных звеньев конечностей, основанная лишь на чисто внешних признаках роста и развития трубчатых костей, в данном случае не дает достаточной информации о различиях в характере и масштабах ростовых процессов в скелете, наступающих в связи с возрастом, условиями обитания животных и другими факторами, поэтому перейдем к более детальному анализу данных макроскопической остеометрии. По абсолютным показателям массы и физиологической длины исследуемые трубчатые кости у сеголеток и взрослых диких норок несущественно отличаются друг от друга. Причем, достоверных различий между сравниваемыми величинами в размерах скелетных звеньев в возрастном аспекте не установлено, поэтому можно сказать, что рост кости у норок, находящихся в природных условиях, в основном заканчивается на первом году жизни зверей. При этом линейные размеры костных звеньев, за

исключением стилоподия грудной конечности, оказываются более консервативными, чем показатели их массы.

Индекс массивности исследуемых скелетных звеньев у взрослых диких норок в сравнении с сеголетками также изменяется незначительно. Следует отметить высокие значения индекса массивности стилоподия грудной конечности, что связано с особенностями экология и, в частности, с амфибиотным образом жизни животного. Индекс относительной массивности (ИОМ, %) скелетных звеньев увеличивается в соответствии с возрастом диких особей и ростом их массы тела, в то время как индекс грацильности незначительно уменьшается. Из этого следует, что костные звенья конечностей у норки из природных популяций развиваются в направлении утолщения костной трубки, что приводит в свою очередь к возрастанию индекса относительной массивности, вычисленного на основании линейных промеров, снижению величин индекса грацильности. Эти морфологические данные отражают интенсивно происходящие в кости в условиях свободной подвижности процессы периостальной аппозиции, что сопровождается утолщением диализарных стенок трубчатых костей.

Норки клеточного содержания: семимесячные норки - животные первого возраста планового хозяйственного убоя зверей с целью получения шкурковой продукции. Хотя звери и отличаются между собой по показателям массы тела, но по этому признаку значительно превосходят сверстников из естественных популяций. Это связано с более крупными размерами тела американской норки по сравнению с дикой европейской. В связи с этим абсолютные морфологические показатели костных звеньев не могут служить сравнительными критериями их роста и развития. Визуальная анатомическая оценка скелетированных звеньев показала, что длинные трубчатые кости у семимесячных клеточных норок также, как и у сеголеток, имеют сформированную макроархитектонику и дифференцированы на присущие каждой кости отделы. Макроскопически у зверей, разводимых в неволе, кости выглядят более массивными, чем у молодых особей из природных условий обитания. Кроме того, у первых имеет место некоторая сглаженность их мышечно-суставного рельефа. При анализе цифровых выражений индексов роста и развития костных звеньев выявлено следующее, индекс массивности всех исследуемых костей у молодых норок, разводимых в клетках, превосходит этот показатель у сеголеток. Анатомические данные, отражающие скорость линейного роста длинных трубчатых костей, свидетельствуют о том, что у семимесячных норок клеточного содержания ростовые процессы в кости протекают более активно, чем у молодых диких сородичей. Так, у молодых клеточных норок выше, чем у сеголеток, значения индекса относительной массивности скелетных звеньев (ИОМ, %). Вместе с тем уменьшение индекса грацильности костей за исключением большеберцовой; у клеточных молодых зверей, разводимых в клетках, по сравнению с дикими особями такого же возраста следует рассматривать,

вероятно, как следствие замедления у первых темпов периостальной аппозиции костного вещества.

У полуторогодовалых зверей, перешедших в стадию пеловой зрелости, индекс относительной массивности костных звеньев продолжает возрастать, несмотря на то, что абсолютные показатели массы и физиологической длины отдельных костей уменьшаются. Соответственно увеличивается у норок в возрасте 1,5 года в сравнении с более молодыми (семимесячными) и индекс относительной массивности скелетных звеньев, отражающий продольный линейный рост трубчатых костей. При сравнении показателей индекса грацильности костных звеньев наблюдается его увеличение с возрастом зверей в костях стилоподия к, напротив, уменьшение - в костях зейгоподия. Это явление свидетельствует о неравномерности роста длинных трубчатых костей, в частности, о замедлении темпов остеопластического процесса по периметру диафизарной трубки в звеньях стилоподия и в особенности в бедренной кости.

Весьма характерно, что у двухлетних норок заметно уменьшаются в сравнении с полуторогодовалыми индексы массивности гомодинамных звеньев, то есть плечевой и большеберцовой костей, - тех звеньев, массивность которых ощутило возрастала у зверей в возрастном диапазоне от 7 мес. до 1,5 лет. Почти сохраняются на прежнем уровне индекс относительной массивности (ИОМ, %) исследуемых трубчатых костей, но снижаются цифровые выражения индекса грацильности скелет прованных звеньев. Это явление можно рассматривать как выражение активизации процессов периостальной аппозиции костной субстанции, приводящее к утолщению диафизарных стенок кости.

При сравнении анатомических признаков роста и развития трубчатых костей у зрелых норок клеточного содержания и взрослых особей из природных популяций отмечено, что по показателям индекса массивности скелетные звенья конечностей зверей, разводимых в неволе, превосходят диких сородичей. Индекс относительной массивности гомодинамных звеньев - плечевой и большеберцовой костей - выше у взрослых особей из естественных биоценозов, чем у разводимых в клетках. Соответственно снижаются у первых и значения индекса грацильности трубчатых костей, что указывает на еще имеющие место в скелете диких особей процессы роста, в то время как у взрослых зверей клеточного содержания они заметно затухают. Следовательно, у норок клеточного содержания, как и у особей, обитающих в природных популяциях, происходит прогрессивный рост и развитие скелета в соответствии с морфогенезом организма. При этом в условиях свободной подвижности ростовые процессы в скелете протекают равномерно, пропорционально возрасту животных и испытываемой статодинамической нагрузке на локомоторный аппарат, в то время как в условиях ограниченной подвижности выражена асинхронность в росте отдельных скелетных звеньев и замедление в целом темпов остеопластического процесса.

Серебристо-черная лисица - это представитель широко распространенного в природе биологического вида (*Vulpes vulpes*), издавна являвшегося предметом охотничьего промысла, так как пушнина этого зверя высоко ценится на внешнем и внутреннем рынках. Широкие ареалы распространения лисицы на многих континентах свидетельствуют о возможной ее адаптации к различным биотопам, о хорошей выносливости и репродуктивной силе. Такие биологические свойства лисицы и послужили основой для ее использования: в качестве надежного и экономически оправданного объекта в пушном звероводстве. Лисица явилась фактически одним из первых видов, на основе которого в начале XX века была создана новая отрасль народного хозяйства. При этом инициаторы создания зверохозяйств почти не встречались с особыми затруднениями, поскольку перевод зверей в необычную среду не требовал особых режимов содержания, мало влиял на воспроизводительную способность, но уже на первых порах открывал широкие возможности для селекционной работы. Большая биологическая пластичность вида позволяет ему легко приспосабливаться к жизни в вольерах, клетках и даже в закрытых помещениях без заметных влияний на состояние зверей и качество получаемой пушнины.

В число объектов исследования в нашей работе лисица включена с намерением более полкой и всесторонней оценки изменений в скелете в различных условиях обитания, наступающих у форм с ограниченными возможностями адаптации (соболь, норка) в сравнении с широкоадаптированным видом (лисица). Рассмотрим макроморфологию длинных трубчатых костей конечностей лисиц, обитающих в природных биоценозах и разводимых в зверохозяйствах.

Лисицы из природных биоценозов: развитие и рост молодняка лисиц происходит наиболее интенсивно в первые месяцы постнатального развития, поэтому к семимесячному возрасту они достигают массы тела и размеров взрослых особей, а в 12 месяцев - половой зрелости. В течение первого года жизни фактически формируется скелетная система со всеми признаками, свойственными виду. Поскольку материал от диких животных мы получали в период охотничьего промысла, то в каждом случае имели дело с почти уже взрослыми формами, которые имели стандартные величины по массе и размерам тела. Такое постоянство внешних признаков вполне коррелировало с состоянием скелетной основы тела и уровнем зрелости его структурного оформления. У молодой дикой лисицы трубчатые кости конечностей анатомически уже сформированы, их макроархитектонике присущи признаки, регистрируемые у диких взрослых лисиц.

При анализе абсолютных остеометрических показателей нетрудно заметить, что у лисиц из природных биоценозов с возрастом происходит рост длинных трубчатых костей по массе и длине пропорционально росту массы тела животного. При этом следует отметить, что более интенсивно ростовые процессы протекают в звеньях грудной конечности, чем тазовой. Так, прирост плечевой кости по массе у взрослых лисиц в сравнении с молодыми составил

7,85%, лучевой - 8,4%, по длине соответственно 2,3 и 6,55%. Эти показатели заметно снижаются в звеньях тазовой конечности: в бедренной кости он равен 2,3% по массе и 1,9% по длине, в большеберцовой соответственно 2,1 и 0,46%. Индекс массивности длинных трубчатых костей увеличивается с возрастом диких лисиц. Индекс относительной массивности костных звеньев, вычисленный на основании линейных данных, незначительно уменьшается, в то время как индекс грацильности, наоборот, увеличивается. Из этого следует, что в условиях свободной подвижности длинные трубчатые кости у лисиц развиваются в направлении увеличения макроморфологических показателей и в то же время приобретения грацильных анатомических признаков.

Лисицы клеточного содержания: молодые (до года) лисицы клеточного содержания по показателям массы тела заметно превосходят сверстниц из природных популяций. Скелетные звенья конечностей у семимесячных животных имеют, как и у молодых диких особей, сформированную макроструктуру с подразделением кагедой кости на характерные анатомические отделы. Морфологические данные, отражающие ростовые характеристики исследуемых костных звеньев, свидетельствуют о некотором замедлении в связи с возрастом интенсивности роста не массе стилоподия грудной конечности, в то время как остальные трубчатые кости по этому показателю увеличиваются, при одновременном уменьшении продольных линейных размеров. Так, прирост по массе лучевой кости составляет к 2-3 годам жизни 5,16%, бедренной - 5,74%, большеберцовой - 15%. Следует подчеркнуть, что в скелетных звеньях, имеющих прирост по массе, значительно изменяется в сторону увеличения по количественным цифровым выражениям индекс массивности, при этом индекс массивности костей с учетом только их линейных промеров несущественно изменяется к 2-3 годам жизни зверей. И лишь в области зейгоподия грудной конечности с возрастом лисиц он заметно возрастает.

У взрослых лисиц по сравнению с семимесячными почти сохраняется на прежнем уровне индекс грацильности всех исследуемых скелетных звеньев, что отражает некоторую стабильность темпов роста скелетной основы тела. К пяти годам прослеживается некоторое затухание ростовых процессов в длинных трубчатых костях. Это выражается, в частности, в снижении показателей как абсолютной массы, так и физиологической длины костных звеньев. Исключение составляет область зейгоподия грудной конечности, где у более молодых лисиц (2-3 года) было зарегистрировано снижение темпов линейного роста кости. Если индекс массивности всех длинных трубчатых костей с возрастом зверей снижается, то показатели индекса относительной массивности области зейгоподия грудной конечности остаются почти без изменений в остальных звеньях (плечевой, бедренной и большеберцовой костях) его значения возрастают. При анализе цифровых выражений индекса грацильности длинных трубчатых костей заметно его возрастное снижение, что свидетельствует о развитии трубчатых костей

лисицы клеточного содержания в сторону утолщения диафизарной трубки и приобретения в связи с этим массивных анатомических признаков.

При сравнении макроморфологии костных звеньев у клеточных лисиц и их диких сородичей выявлено, что по показателям массивности звенья грудной конечности превосходят у молодых лисиц, разводимых в неволе, в то время как звенья тазовой конечности - у их сверстников из естественных биоценозов. Индекс относительной массивности (ИОМ, %), определяемый только на основании линейных остеометрических данных, выше у клеточных семимесячных лисиц, чем у молодых диких, а индекс грацильности существенно превалирует у диких особей. Это позволяет сделать заключение о том, что у молодых (до года) лисиц клеточного содержания ростовые процессы в кости протекают с большей интенсивностью, чем у диких сородичей. При этом индекс от носительной массивности (ИОМ, %) костей взрослых клеточных лисиц соответственно превосходит по количественным выражениям таковой их диких сверстников, в то время как индекс грацильности выше в скелетных звеньях диких особей, чем зверей, находящихся в условиях клеточного режима содержания.

Отсюда следует, что длинные трубчатые кости у лисиц, разводимых в клетках, развиваются в сторону приобретения более массивных макротурологических признаков (становятся короче и толще), в то время как у особей из природных биоценозов - в направлении усиления в макроархитектонике кости более грацильных анатомических конструкций. Таким образом, при клеточном содержании лисиц, как и в естественной природной обстановке, происходит прогрессивный рост и развитие скелетной системы. Если у лисиц из природных популяций ростовые процессы в скелетных звеньях протекают пропорционально возрасту животных, то у животных клеточного содержания наблюдается замедление темпов их роста, находящее подтверждение в некоторой возрастной стабильности макроморфологических и остеометрических показателей. Таким образом, анализ проведенных исследований позволил выявить общие черты и видовые различия в анатомии периферического скелета пушных зверей двух семейств (*Mustelidae* и *Canidae*), обусловленные особенностями экологии животных.

Анализ результатов морфометрии скелетных звеньев дает основание заключить, что приспособление кости к различной биомеханической нагрузке происходит прежде всего за счет изменения ее макроморфологических и остеометрических показателей. При этом в большей степени структурные перестройки выражены в длинных трубчатых костях у животных с ограниченными возможностями адаптации (соболь, норка), чем у широкоадаптированных биологических видов (серебристо-черная лисица). У зверей из природных популяций, находящихся в условиях свободной подвижности и испытывающих регулярные нагрузки на опорно-двигательный аппарат, ростовые процессы в скелете протекают равномерно пропорционально возрасту животных, в то время как при клеточном содержании в условиях ограниченной биодинамики наблюдается

асинхронность в росте не только гомологичных, но и гомодинамных звеньев и в целом замедление интенсивности роста длинных трубчатых костей. У особей из природных популяций зарегистрирован прогрессивный рост скелетных звеньев, сопровождающийся как увеличением макроморфологических показателей костей, так и одновременным приобретением ими грацильных анатомических признаков, обеспечивающих высокое биомеханическое совершенство локомоторного аппарата. Динамика роста скелетных звеньев конечностей показывает, что у молодых животных клеточного содержания костные звенья по анатомическим признакам роста и развития опережают сверстников из естественных биоценозов, в то время как у взрослых зверей, разводимых в клетках в сравнении с дикими особями, выявлено замедление темпов роста длинных трубчатых костей. Иначе говоря, у животных клеточного содержания более интенсивный рост скелетных звеньев в ювенильный период и затухание ростовых процессов в скелете у взрослых половозрелых животных.

Однако оценка лишь анатомических признаков роста и развития костных звеньев конечностей многие из которых, как известно, является весьма консервативными, не позволила получить полной информации о характере и масштабах структурных адаптации в скелете у животных, одной и той же таксономической категории, но находящихся в неодинаковых биодинамических условиях. Дополнительную ясность в ответ на этот вопрос внесут исследования всех уровней структурной организации кости как органа, в том числе рентгенологическое исследование локомоторного аппарата пушных зверей при различных условиях обитания. Рентгенологические исследования скелета существенно дополняют и расширяют представления о структурной организации кости как органа. Так, на рентгенограммах, в отличие от декальцинированных гистологических срезов, представлена архитектоника костных балок и трабекул, отображающих минеральную фазу костного вещества, в основе своей состоящую из солей кальция, которые сильно поглощают рентгеновы лучи и дают их теневое изображение на рентгеновской пленке. Любая перестройка этой морфологической субстанции костной ткани в норме и патологии находит свое отражение на рентгенограммах и тем самым позволяет распознавать с высокой степенью достоверности происходящие в кости в данный момент морфо-адаптивные процессы перестройки. Большим преимуществом рентгенологические методы исследования обладают в связи с тем, что с их помощью можно получить прижизненную интраскопическую информацию о скелете без нарушения его целостности.

Рентгенографию проводили как на скелетированных звеньях, так и на конечностях при жизни животных, была поставлена цель - выявить рентгеновский симптом-комплекс адаптационной перестройки длинных трубчатых костей у пушных зверей в связи с возрастом, а также меняющейся биомеханической нагрузкой (дикие и клеточные животные). Перейдем к характеристике возрастной морфологии костных звеньев пушных зверей

кунных (соболь, норка) и псовых (лисица) из естественных биоценозов и клеточного содержания по результатам проведенного рентгенологического исследования. Приводим данные по каждому биологическому виду в отдельности.

Рентгеноморфологическая характеристика костей конечностей соболя из естественных биоценозов и клеточного содержания: молодые дикие особи, в данную группу объединены животные в возрасте до года (сеголетки). При визуальном изучении обзорных остеорентгенограмм стило- и зейгоподия установлено, что трубчатые кости (плечевая, лучевая, локтевая, бедренная, большеберцовая; имеют характерную для каждой кости форму, контуры и структуру с четкой дифференциацией ее в эпифизарных, метафизарных и диафизарном отделах. Так, костная структура в эпифизах спонгиозная, в кетафизарных отделах имеет место чередование спонгиозного вещества с компактным, диафизарные отделы представлены компактным костным веществом. Костные балки ориентированы по линиям опорно-силовой нагрузки, они не ограничиваются областью эпифизов, а распространяются в метадиафизарные отделы костной трубки. В области проксимального и дистального метафизов костей нередко сохранены следы ростковых зон - свидетелей еще продолжающегося роста костей. Костная структура у соболя в этом возрасте окончательно еще не сформирована: присутствуют костные балки и трабекулы, находящиеся в фазе активной перестройки, в связи с этим обнаруживается мозаичная картина, состоящая из ло-кусов чередования грубых первичных костных балочек с вновь образованными в процессе перестройки грацкльнши. Компакта диафиза шлеет более или менее равномерную по длине диафизарной трубки толщину, в ней, как правило, отсутствуют разволокнения.

При обработке рентгенограмм способом цветовой дешифровки выявлено топографическое распределение рентгене-денситометрических характеристик трубчатых костей, отражающее степень и характер минерализации их отделов. Так, у молодых диких соболей зоны неоднородной оптической плотности сосредоточены в области эпифизов бедренной кости, здесь же находятся ядра окостенения, отличающиеся повышенной рентгеноплотностью. При анализе планиметрических показателей соотношения оптических плотностей установлено, что участки цветовых градаций, отражающих наиболее высокий уровень минерализации костя (красный, голубой, сиреневый), составили соответственно 2,3; 3, 4 и 5%, 79 - занял компонент зеленого цвета, 4 - желтый и, наконец, доля занимаемая синим цветом, который соответствует минимальной оптической плотности, составила 6% от общей площади поля остеорентгенограммы, дешифрованной в дискретном режиме работы цветового дешифратора УАР-1 "Контур".

Взрослые дикие особи: в эту группу включены разновозрастные звери старше одного года, трубчатые кости стило- и зейгоподия у диких взрослых, также, как и у молодых животных из природных биоценозов, имеют

характерную для каждого звена форму с четкой дифференциацией на анатомические отделы и ровными внутренними и наружными контурами. В единичных случаях прослеживается волнистость контуров метафизов у мест прикрепления связочного аппарата. В эпифизарных отделах в большинстве случаев у взрослых особей уже отсутствуют ядра окостенения, но сохраняется лишь следы костных ростковых пластинок, что свидетельствует о завершившемся синсостозировании костных звеньев. Костная структура скелетных звеньев мелкопетлистая, гармоничная, с четкой ориентацией костных балок и трабекул по силовым линиям физиологической нагрузки. Они, как правило, грацильны и имеют одинаковую толщину. В целом губчатые отделы костей довольно мощны по своей протяженности, в отдельных случаях присутствуют дополнительные костные балки, распространяющиеся в сторону медуллярного канала. Кортикальный слой характеризуется равномерной рентгеношютностью, в нем отсутствуют разволокнения как со стороны наружного, так и икостальнрго контуров трубчатых костей. По данным рентгенограмметрии установлено достоверное утолщение компакты бедренной и большаеберцовой костей у взрослых диких зверей в сравнении с сеголетками (этот прирост составляет в среднем 23 в бедренной и 19% - в большеберцовой костях). Соответственно возрос у диких взрослых особей и индекс развитости компакты исследуемых костных звеньев и их поперечный диаметр. В частности, индекс развитости компакты бедренной и большаеберцовой костей по групповым промерам у взрослых соболей достоверно выше, чем у молодых особей ($P < 0,05$). Существенно различаются скелетные звенья по своей структурной плотности и, соответственно, степени минерализации.. Из данных микрорентгеноденситометрии следует, что увеличение минеральной насыщенности костей происходит пропорционально возрасту животного, и по этому показателю трубчатые кости взрослых диких зверей значительно превосходят аналогичные молодых особей. При сопоставлении цветовых равноплотностных зон рентгенограмм отмечается возрастание структурной плотности (минерализации) у взрослых диких особей в сравнении с молодыми. В частности, процентное соотношение компонента красного цвета возрастает до 20, голубого - до 51,6, сиреневого - до 24%. Значительно уменьшается процентное представительство компонента зеленого цвета, составляющего всего 4,4% от общей площади рентгенограммы кости. При этом соотношение в цветовой гамме градаций с наименьшей плотностью у взрослых диких особей снижается: желтого с 4 до 2 и синего с 6 до 1,6% в сравнении с сеголетками.

В целом дешифровка рентгеновских образов наглядно иллюстрирует значительное повышение плотностных характеристик бедренной кости у взрослых особей в сравнении с сеголетками, ибо доминируют в количественном отношении на дискретно дешифрованной рентгенограмме цветовые участки градаций, соответствующих высокому уровню минерализации: кости (76,6 красный и голубой цвета у взрослых против 6% - у молодых). Одновременно снижается процентное соотношение площади

градаций с минимальными денситометрическими характеристиками (желтый и синий с 9 до 5%). Следует отметить, что у дикого взрослого соболя в большей степени, чем у молодого, проявляется топографическая неоднородность плотностных свойств кости. При этом зоны повышенной плотности не только сохраняются в эпиметафизарных отделах, но и распространяются на дистальный участок диафиза бедренной кости.

Все выявленные рентгенологические признаки свидетельствуют о том, что у зверей из природных популяций происходит прогрессивное развитие трубчатых костей конечностей в соответствии с ростом их массы тела и физическим развитием. Это выражается в увеличении линейных продольных и поперечных размеров скелетных звеньев, степени развития в них компактной субстанции и минеральной насыщенности. Эти показатели продолжают возрастать и у взрослых соболей, которые перешли в стадию половой зрелости.

Соболь клеточного содержания: молодые (до года) животные: эта группа объединяет шестимесячных соболей. Уже в данном возрасте звери, разводимые в клетках, превосходят по показателям массы и размерам тела своих сверстников из естественных популяций. Весьма характерным при этом является также увеличение у клеточных шестимесячных соболей массивности скелетной основы тела, в том числе трубчатых костей конечностей. Визуальное изучение рентгенограмм показало, что костные звенья конечностей у шестимесячных клеточных соболей в рентгеновском изображении выглядят вполне сформированными и четко дифференцированы на характерные для каждого звена отделы. Деформационных изменений костей не обнаружено. Их костная структура переходная - от крупно- к мелкопетливой с выраженной ориентацией костных балок и трабекул по силовым линиям статодинамической нагрузки. В целом структура кости в рентгеновском изображении у животных данной возрастной группы более сформирована, чем у молодых диких соболей. По данным рентгенограмметрии у клеточных зверей в этом возрасте интенсивнее протекают ростовые процессы в скелете, связанные с общим приростом его массы. Так, средняя абсолютная суммарная толщина компакты бедренной и большеберцовой костей в середине диафиза у особей из биоценозов уступает таковым показателям у зверей клеточного содержания аналогичного возраста. Почти равнозначен у зверей из естественных популяций и у их сверстников, разводимых в неволе, и индекс развитости компакты бедренной кости, определяемый как отношение абсолютной суммарной толщины кортикального слоя к диаметру кости в середине ее диафиза. Это свидетельствует о более интенсивных костеобразовательных процессах в этот период онтогенеза у животных клеточного содержания в сравнении с дикими сородичами. Диаметр медуллярного канала составляет у сеголеток в среднем $25,7 \pm 0,08$, в то время как у разводимых в клетках аналогичного возраста он шире и достигает $28,3 \pm 0,05$ мм. Индекс компактности бедренной кости, то есть отношение абсолютной суммарной толщины компакты к диаметру

костномозгового участка у зверей из биоценозов меньше, чем у животных клеточного содержания (0,7 - у клеточных и 0,56 - у диких). Прирост компактной субстанции, как явствует из данных рентгенограмметрии, у сеголеток происходит с меньшей интенсивностью, чем у шестимесячных зверей, разводимых в неволе. Если учесть также и то обстоятельство, что у зверей из естественных биоценозов низкие показатели поперечного диаметра костей, то есть кости более грацильны, то это является еще одним признаком, свидетельствующим о том, что в ростовых процессах скелета у зверей, разводимых в неволе, преобладает прирост его массы над перестройкой внутренней архитектоники. Эти данные, как мы предполагаем, могут явиться следствием снятия у клеточных особей раннего адаптогенеза.

При сравнительной цветовой микрорентгеноденситометрии бедренной кости у дикого и клеточного шестимесячных зверей выявлено увеличение общей структурной плотности и, соответственно, степени минеральной насыщенности костной ткани у животных, разводимых в неволе. Однако распределение денситометрических характеристик в кости у клеточных соболей имеет свои особенности. Так, в отличие от сеголеток, в большей степени минерализованным оказывается диафизарный отдел бедренной кости, чем ее эпифизы. Кроме того, зоны повышенной плотности (окрашены в голубой цвет) зарегистрированы у клеточных особей в дистальном эпифизе и дистальном участке костного диафиза. Из картины распределения денситометрических характеристик с очевидностью явствует, что у молодого соболя, разводимого в клетках, площадь, занимаемая наиболее плотными градациями, составляет 52% (красный, голубой, фиолетовый), в то время как у диких молодых соболей всего 10%. Доля наименее плотного - компонента зеленого цвета у клеточных зверей снижается до 41% (против 79% у диких). Соответственно уменьшается у первых площадь участков с наименьшей плотностью (с 10 до 7%). Все это свидетельствует об увеличении общей рентгеноплотности костной структуры у клеточных шестимесячных соболей в сравнении с животными аналогичного возраста из естественных популяций. Итак, полученные данные о денситометрических свойствах подтверждают положение о том, что рост кости и при клеточном содержании зверей сопровождается значительным увеличением ее массы, тогда как у диких подвижных форм одного и того же таксономического ранга в морфогенезе скелета, по всей вероятности, ведущим выступает адаптивное remodelирование при умеренном минеральном насыщении структур кости.

Молодые половозрелые (2-4 года) животные клеточного содержания: считают, что своего полного физического развития в условиях зверохозяйств соболей достигает в возрасте 7 месяцев [В.И. Усенко, 1985]. Однако половое созревание у самок проявляется лишь в возрасте 2-3 лет, в то время как самки дикого соболя приносят потомство уже на втором году жизни. Именно в этот период роста и развития животные, содержащиеся в клетках, в наибольшей мере испытывают влияние на организм фактора подвижности. Ограничение его действия ощутило сказывается на ростовых характеристиках и

адаптивных перестройках скелетных звеньев. По рентгенологическим данным, у растущих животных особенно снижаются темпы формирования скелета. Трубочатые кости, хотя и имеют в основном характерную для каждого костного звена макроскопическую неизменную структуру и ровные контуры, однако в ряде случаев (12%) выявлены симптомы их деформаций в виде локальных утолщений кортикального слоя, а также изменений контуров эпиметафизарных отделов, которые выглядят при этом непропорционально массивным. Задерживается формирование костной структуры в спонгиозных отделах костей. Она имеет преимущественно грубопетлистый рисунок с незавершенной ориентацией костных балок и трабекул по основным нагрузочно-силовым линиям. То есть даже в этот период в скелете еще не закончены структурные перестройки, которые у животных из естественных биоценозов уже практически завершены. У мест прикрепления связочного аппарата, сухожилий, в области большого вертела бедренной кости, ее шейки, мыщелков большеберцовой, головки малоберцовой костей обнаружены небольшие участки разрежения костного рисунка и образование кистовидных просветлений. О задерживающихся процессах перипостального остеогенеза свидетельствуют стабильные цифровые выражения поперечного диаметра костей, снижение, по сравнению с шестимесячными животными, индекса развитости компакты и расширение медуллярного канала. Эти признаки - выражение замедления темпов внутренней реконструкции кости, ее перипостального прироста и эндостальной резорбции, в результате чего кость к четырехлетнему возрасту у клеточных соболей по своему морфологическому выражению (по рентгенологическим данным) оказывается менее оформленной, чем у диких взрослых животных. Степень минеральной насыщенности бедренной кости у животных данного возраста по сравнению с шестимесячными также заметно снижается.

При дешифровке рентгенограмм в режиме дискретного цветового кодирования в цветовой гамме отмечается уменьшение процентного соотношения участков градаций, соответствующих более высокому уровню минерализации кости. Так, индекс красного, голубого и сиреневого цветов снижается до 34 (против 51% у молодых), на долю зеленого приходится 48%, появляется также компонент наименее плотного желтого цвета (18%), который вообще отсутствовал на остеорентгенограмме шестимесячного соболя. Кроме того, у зверей, содержащихся в клетках, в сравнении с дикими, выявлена большая неоднородность денситометрических свойств бедренной кости, выражающаяся в значительных перепадах плотностных характеристик между эпифизами и диафизом бедра в сторону максимальных значений в диафизарном отделе. При этом, в костях клеточных особей особенно отчетливо выявляются локусы нарушения гармоничной архитектоники губчатого вещества в зоне метафизов, имеющие неоднородную и, как правило, повышенную плотность, неправильную форму и нечеткие контуры, что свидетельствует об увеличении в костной ткани более зрелых структур, весьма инертных в физиологическом отношении. Таким образом, у соболей,

разводимых в неволе, в возрасте 2-4 года резко замедляются ростовые процессы в кости, связанные с затуханием адаптивного ремоделирования ее внутренней архитектоники, что приводит в свою очередь к снижению денситометрических характеристик кости и их своеобразному топографическому распределению. Вероятно, условия длительной гипокинезии оказывают свое определенное отрицательное влияние на рост и развитие такой лабильной системы, как скелет.

Средневозрастная группа животных клеточного содержания (5-9 лет): при визуальном изучении рентгеновской структуры костей у взрослых зрелых соболей, как и у более молодых, наблюдается характерная для кглдого скелетного звена форма. Наружные и внутренние контуры исследуемых скелетных звеньев не имеют выраженных изменений. Костная структура крупночешуйчатая, лишь в одиночных случаях с элементами ноздреватости. В возрасте 5 лет у соболей особенно рельефна ориентация костных балок по основным линиям нагрузка при одновременной слабой выраженности поперечных трабекул. Индекс развитости компакты костного диафиза у средневозрастных зверей возрастает по сравнению с более молодыми (2-4 года) животными, увеличивается также и поперечный диаметр костей. Эти признаки свидетельствуют об активизации в скелете животных ростовых процессов и адаптивных перестроек, но если сравнить состояние структур скелета у клеточных средневозрастных соболей и их взрослых сородичей, то приходится констатировать, что у животных, разводимых в неволе, трубчатые кости по своим характеристикам роста и развития, все же заметно уступают таковым диких. Это выражается у клеточных особей в уменьшении значений толщины, поперечного диаметра и индекса компактности костей при относительно одинаковых показателях их медуллярного указателя. У клеточных соболей в этом возрасте, хотя и наглядно дается прирост компактной субстанции за счет периостальной аппозиции по периметру костного диафиза, но в то же время выражено замедление темпа эндостальной резорбции и в целом адаптивного моделирования внутренней архитектоники кости.

При цветовой микрорентгеноденситометрии у средневозрастных соболей, в сравнении с более молодыми (2-4 года) животными на дешифрованной рентгенограмме отмечается возрастание общей структурной плотности бедренной кости. Это выражается, в частности, в увеличении (в процентах) площадей градаций, соответствующих высокой плотности костной структуры. Так, компоненты красного, голубого и сиреневого цветов возрастают до 53,2 (против 34), зеленого незначительно снижается (48 - у молодых и 41 у средневозрастных), но уменьшаются в цветовой гамме компоненты наименее плотных цветов: желтого до 5 (против 18), синего, соответственно, до 4 (против 8%). При сравнении данных, полученных при цветовой дешифровке рентгенограмм клеточных и диких зверей выявлено, что бедренная: кость соболя среднего возраста, разводимого в неволе, намного уступает по своим денситометрическим характеристикам аналогич-

ной взрослых животных из естественных популяций. В аналоговом режиме работы цветового дешифратора при сравнительной визуальной качественной оценке плотностных свойств на рентгенограммах бедренной кости дикого взрослого соболя установлено преобладание в цветовой гамме пурпурного компонента, в то время как кость клеточного соболя неоднородна по денситометрическим характеристикам, что свидетельствует о большей плотности у первых костной структуры и равномерном отложении минерального вещества по сравнению с особями клеточного содержания. В режиме дискретного цветового кодирования остеорентгенограмм клеточного и дикого соболя по данным усредненной рентгеногистограммы распределения структурной плотности в сравниваемых костях обращает внимание значительное возрастание у особей из естественных биоценозов компонентов, соответствующих наиболее высокой степени минерализации костной ткани. Так, компонент красного цвета увеличивается до 20 (против 5,5), а голубого до 46,6 (против 3,7%).

Однако снижается количественное представительство в цветовой гамме площадей цветовых градаций с более низкой оптической плотностью. Нами отмечены также топографические особенности локализации зон неоднородной плотности в кости у зверей в зависимости от условий их обитания: если у особей из естественных популяций зоны повышенной плотности находятся в эпифизах бедренной кости, то у клеточных зверей они распространяются на диафизарный отдел кости, который становится тем более минерализованным, чем эпифизы. Таким образом, условия биодинамической нагрузки оказывают определяющее влияние не только на ростовые процессы, протекающие в кости как органе, но и на ее денситометрические характеристики. Ограничение подвижности, в условиях которых оказываются в течение длительного времени клеточные животные, является предрасполагающим фактором, к замедлению темпов внутренней реконструкции кости, снижению ее общей структурной плотности, а также распространению зон повышенной минерализации на ее диафизарный участок. Можно полагать, что это приводит в свою очередь к затуханию в скелете адаптивных перестроек в связи с отсутствием необходимой для нормального развития опорно-двигательного аппарата животных динамической функциональной нагрузки.

Престарелая группа соболей клеточного содержания (10-14 лет): у всех животных этой возрастной группы в скелетной основе конечностей выявлен рентгенологический симптомокомплекс, свидетельствующий о происходящих в скелете инволютивных старческих изменениях. Они выражаются в деформации эпиметафизарных отделов скелетных звеньев, появлении симптома волнистости их наружных и внутренних контуров за счет неравномерного утолщения кортикального слоя и его разволокнения, который известен в рентгенологии под названием спонгиозирования компакты. На ограниченных участках диафиза выявлены неравномерные периостальные наложения (гиперостозы и остеофиты). В спонгиозной

субстанции прослеживается истончение большей части костных балок вплоть до полкой резорбции части из них, что приводит к расширению ме;коалочных пространств. Губчатое вещество эпифизов принимает крупнопетлистое строение, оно становится разреженным и грубым, возникают изменения типа остеопороза, остеосклероза и остеохондроза, которые сопровождаются признаками оссифицирующего периостита и дефорлирующего периартрита. Такие явления могут быть связаны, с одной стороны, с возрастными нарушениями метаболизма, а, с другой, они выступают как своего рода гипертрофическая компенсация, восполяющая остеопоротическую убыль костного вещества. Признаки возрастного остеопороза регистрируются рентгенологически в костях соболей преклонного возраста в виде очаговых просветлений в зонах основной нагрузки, истончения кортикального слоя и подчеркнутости его контуров на фоне общей разреженной костной структуры, уменьшения поперечных размеров костей и индекса развитости е них компактной субстанции.

При денситометрии дешифрованных в дискретном режиме рентгенограмм установлено некоторое процентное возрастание в цветовой гамме участков, занятых более плотными цветами (красного с 4, 5 до 7 голубого с 3,7 до 5%), что соответствует незначительному увеличению минеральной насыщенности кости с возрастом зверей. Однако компонент сиреневого цвета в костях престарелых животных снижается до 15 (вместо 41 у средневозрастных), возрастает компонент зеленого цвета (до 46 вместо 40,8%). Превалирование в цветовой гамме наименее плотных градаций свидетельствует о разрежении костного вещества и снижении в конечном счете общей структурной плотности бедренной кости. Наблюдающиеся изменения отражают прогрессирующую атрофию костной ткани и нарушение общего метаболизма в организме зверей. Следовательно, в условиях клеточного режима содержания также как и в природных биоценозах у соболя происходит рост и развитие скелета в соответствии с возрастом и ростом всего организма. Однако морфогенетические процессы его формирования у зверей, находящихся в неадекватных условиях существования (снижение динамической составляющей в биомеханике двигательного поведения) имеют свои особенности. Если у диких растущих животных рост кости сопровождается активной физиологической перестройкой костных структур, то у клеточных зверей преобладает прирост массы кости над ее перестройкой. Аналогичная тенденция сохраняется и на последующих этапах онтогенеза, поэтому далее у взрослых соболей, разводимых в неволе, трубчатые кости по своему морфологическому оформлению, ростовым характеристикам и характеру минерализации выглядят менее зрелыми, чем у сверстников из природных популяций. То есть в условиях клеточного содержания, в сравнении с естественной средой обитания, у молодых половозрелых соболей резко замедляются темпы формирования скелета и его адаптивные перестройки.

Рентеноморфологическая характеристика скелетных звеньев норки из природных биоценозов и клеточного содержания (молодые дикие особи): в эту группу объединены звери в возрасте до года (сеголетки). Визуальное изучение рентгеновской структуры костей показало, что скелетные звенья стило- и зейгоподия у норки, как и у соболя, имеют характерную для каждого звена форму с дифференциацией на анатомические части. Структура метаэпифизарных отделов трубчатых костей мелкоячеистая, костные балки и трабекулы ориентированы по основным нагрузоч-но-силовым линиям. Как и у молодого дикого соболя, у норки в этом возрасте еще полностью не завершено формирование балок, несущих основную опорно-силовую нагрузку: часто обнаруживаются на микрорентгенограммах и полутонких шлифах костные структуры, находящиеся в фазе активной перестройки, в связи с чем первично сформированные балки чередуются с вновь образующимися в процессе ремоделиции костной ткани. В общей сложности система балочных структур в проксимальном эпифизе имеет продольно-радиальную ориентацию, а в дистальном - в виде собранных пучков, направленных к суставному краю мыщелков бедра, при этом их рентгеноплотность заметно преобладает в медиальном мыщелке, несущем в коленном суставе в конечностях стопоходящих, как известно, большую опорную нагрузку, чем латеральный.

Компакта диафиза трубчатых костей (бедренной и большеберцовой) неравномерна по толщине. Ее массивность заметно увеличивается к середине диафизарной трубки, в то время как в аналогичных костях соболя компакта, как правило, имеет более или менее равномерную по длине диафиза толщину. Рентгенологический симптом разволокнения кортикального слоя костей у норки из естественных популяций в данном возрасте не выявляется. При анализе денситометрических характеристик исследуемых костей и, в частности, бедренной, зоны повышенной плотности зарегистрированы в ее эпифизарных отделах, при этом дистальный эпифиз отличается большей плотностью, чем проксимальный. Среди анатомических образований проксимального эпифиза бедренной кости максимальной плотностью обладает большой вертел - область приложения силы от действующих мышц, что выражает проявляющуюся тенденцию функциональной адаптации спонгиозы к условиям жизнедеятельности. При цветовой дискретной дешифровке остеорентгенограмм цветовые градации распределились (по площади) в бедренной кости следующим образом: площадь красного цвета составила 4, голубого - 3, сиреневого - 55, зеленого - 68,5, желтого - 19% всей площади рентгенограммы кости.

Взрослые дикие особи: у представителей данной группы, объединяющей разновоз-растных зверей старше одного года, трубчатые кости стило- и зейгоподия выглядят в рентгеновском изображении вполне сформированными. Они имеют характерную для каждой кости форму и неизменные контуры. Костная структура в эпифизарных областях трубчатых костей мелкопетлистая с грацильными и одинаковыми по толщине костными

балками. Формирование балочных структур, несущих основную опорно-силовую нагрузку, в костях взрослых диких норок уже практически завершено. Наиболее чётко балочную архитектуру спонгиозных отделов можно проследить на полутонких шлифах, которые исключают возможность проекционного наложения костных балок, расположенных на различной глубине. В проксимальном эпифизе бедра уже полностью сформированы костные балки основного опорно-силового пучка, идущего от медиальной стенки диафизарной трубки к полусферической поверхности головки бедренной кости. При этом в костях у взрослых диких особей прослеживается мощная поперечная система костных пластинок, как бы скрепляющих в единую конструкцию вышеупомянутый пучок, состоящий из довольно гранильных и одинаковых по толщине вертикальных трабекул. Область большого вертела связана посредством другого ансамбля костных балок с латеральной стенкой костного диафиза бедра и является зоной приложения силовой нагрузки от сокращающихся мышц. В области ди-стального эпифиза трабекулярная система губчатой субстанции более плотная, чем в проксимальном. Для ее архитектуры характерна перпендикулярная ориентация поддерживающих трабекул (рис. 28а). Контуры медиального мыщелка, приближенного к линии отвеса тяжести тела, более округлые, чем латерального, который отличается валикообразной формой.

При сравнительном анализе абсолютной суммарной толщины- и индекса развитости компакты бедренной и большеберцовой. костей у сеголеток и взрослых животных отмечается возрастание этих показателей у взрослых норок. Соответственно увеличиваются у них и значения поперечного диаметра исследуемых костей. Этот факт свидетельствует, о продолжающемся росте кости за счет периостальной аппозиции костного вещества. При денситометрии остеорентгенограмм установлено увеличение общей структурной плотности с возрастом зверей. В целом диапазон денситометрических характеристик сужается и имеет тенденцию сдвига в сравнении с молодыми особями, в сторону наибольших значений. При этом зоны повышенной рентгеноплотности сосредоточены в проксимальном эпифизе (большой вертел), а также в кортикальном слое диафиза бедренной кости. Значительных различий денситометрических свойств в пределах одной кости нам обнаружить не удалось, что свидетельствует об относительно одинаковом уровне ее минерализации. По данным цветовой дешифровки рентгенограмм взрослых особей в сравнении с сеголетками возрастает в цветовой гамме процентное представительство площадей градаций с наибольшей плотностью: красного - до 6 (против 4), голубого - до 6 (против 3), сиреневого до 74,5 (5,5), в то же время снижается процентное соотношение площади наименее'плотных цветов: зеленого до 11 (против 68,5) и желтого до 2,5% (против 19 у сеголеток). Весь анализ убедительно свидетельствует о значительном возрастании структурной плотности кости в связи с прогрессивным ростом и развитием скелетной основы тела животных, что выражается у взрослых особей в продолжающихся процессах

формирования структур кости, В этом нас убеждают увеличение продольных и поперечных размеров скелетных звеньев, утолщение в них компактной субстанции, а также топографическое распределение структурной плотности и степени-минерализации костного вещества.

Норки клеточного содержания: нами был отобран для исследований материал от зверей четырех возрастных групп: семимесячных, полуторогодовалых, двухлетних и трехлетних норок. Мы исходили в данном случае из того, что при использовании материала от данных возрастных групп можно полнее и точнее проследить структурное становление в скелетной системе животных. Семимесячные норки: семимесячный возраст - первый возраст планового хозяйственного убоя животных, в рентгеновском изображении скелетные звенья стило- и зейгоподия у зверей этой группы оказываются более массивными, чем у диких особей аналогичного возраста. Большой массивностью (по толщине) отличаются также костные балки в области метаэпифизарных отделов трубчатых костей. При этом в губчатой субстанции эпифизов не выявляются структурные перестройки, которые имели место в рентгеновском изображении спонгиозы в костях молодых диких норок. По данным рентгенограмметрии абсолютная суммарная толщина компакты и показатели поперечного диаметра костей у клеточных норок достоверно выше ($P < 0,05$), чем у сверстниц из биоценозов. Все это свидетельствует о более интенсивных ростовых процессах в скелете у молодых зверей, разводимых в неволе. Предрасполагающим фактором к этому, по-видимому, являются условия, в которых находятся клеточные звери: в сбалансированном рационе они получают весь необходимый для нормального развития организма комплекс питательных веществ. Кроме того, при сравнительном анализе морфологии скелета клеточных и диких зверей необходимо учитывать и то обстоятельство, что дикая европейская норка по размерам значительно уступает американской, разводимой в условиях зверохозяйств. В связи с этим на основании рентгеновского снимка можно судить лишь об уровне структурной оформленности кости. И, действительно, индекс развитости компакты бедренной кости, при определении которого учитываются геометрические размеры скелетных звеньев, ниже у норок, разводимых в клетках, по сравнению с обитающими в естественных популяциях, а усредненные показатели индекса компактности кости у сравниваемых групп зверей почти равнозначны, несмотря на то, что линейные продольные и поперечные размеры скелетных звеньев преобладают у норок клеточного содержания. При сравнительной микрорентгеноденситометрии выявлено, что у семимесячных клеточных зверей общая структурная плотность выше, чем у молодых диких особей. Однако распределение плотностных характеристик в костях клеточных особей имеет свои особенности.

По данным цветовой дешифровки в аналоговом режиме работы дешифратора УАР-1 установлена сравнительно однородная оптическая плотность почернения остеорентгенограммы, однако диафизарный отдел бедренной кости оказывается плотнее, чем эпифизарные. Исключение

составляет лишь зона большого вертела, где выражено повышение денситометрических характеристик кости. В дискретном режиме работы цветового дешифратора отмечается аналогичная картина: плотность костной структуры у клеточной норки выше, чем у молодой дикой норки. При этом зоны, отличающиеся повыше иными денситометрическими показателями, сосредоточены, в диафизарном отделе костной трубки. Из данных гистограммы явствует, что у клеточной норки, в сравнении с сеголетком, возрастает процентное соотношение в цветовой гамме площадей компонентов, соответствующих высокой плотности костной структуры. В частности, компонент красного цвета возрастает до 7 (против 4 у сеголеток; голубого - до 51 (против 3), сиреневого - до 37 (против 5,5) зеленого - снижается до 5% (против 68,5), исчезает компонент наименее плотного желтого цвета, который составлял в бедренной кости сеголетка 19% всей площади дешифрованной рентгенограммы. Таким образом, трубчатые кости у молодой норки, разводимой в неволе, развиваются в направлении увеличения массивности и степени минерализации, в то время как у диких сородичей - приобретения гранильных макро- и микроморфологических признаков.

Взрослые норки клеточного содержания: в соответствии с общепринятой возрастной периодизацией, полуторогодовалые норки относятся к группе животных, находящихся в расцвете функциональных возможностей, однако по рентгеновским признакам в скелетной системе отмечается некоторое снижение темпов роста длинных трубчатых костей конечностей. Костные балки спонгиозы, хотя и имеют завершенную ориентацию по линиям физиологической нагрузки, но нередко в спонгиозной субстанции присутствуют очаги разрешения костной структуры, чередующиеся с зонами утолщения балочных структур. Этот рентгеновский признак может быть расценен, на наш взгляд, как следствие затухания в кости адаптивных перестроек и появления на этой основе симптомов физиологического остеопороза (от бездействия). И это не случайно, так как одним из факторов, задерживающих ход нормальных возрастных изменений в скелете и его адаптивное моделирование, становится ограниченная двигательная активность животных. Так, у норки к полуторогодовалому возрасту, на фоне мало изменившейся длины костей, уменьшаются показатели абсолютной суммарной толщины их кортикального слоя и поперечного диаметра, в то же время индекс развитости компакты не только не уменьшается, но и увеличивается. При этом в костях полуторогодовалых норок, в сравнении с более молодыми семимесячными, налицо выступают признаки, свидетельствующие о затухании в них адаптивных перестроек: значительно снижаются размеры медуллярного канала и показатели медуллярного указателя.

При сравнительной тотальной микрорентгеноденситометрии выявлена большая анизотропия денситометрических свойств бедренной кости у полуторо-годовалой норки, чем у семимесячной. Прежде всего заметно уменьшается общая костная плотность бедра, а зоны кости, имеющие

повышенную рентгеношютность, распространяются на ее диафиз. По данным гистограммы распределения плотностей в бедренной кости полуторогодовалой норки наблюдаются уменьшение количественного представительства площади цветовой градаций с высокой плотностью: компонент красного цвета снижается до 5 (против 7 у семимесячных норок), голубого до 27 (против 51), возрастает компонент сиреневого цвета до 41 (против 37), значительно увеличивается процентное соотношение в цветовой гамме наименее плотного зеленого компонента (до 27 против 5), который занимает зоны в дистальном участке диафиза и весь дистальный эпифиз бедренной кости. То есть, в костях у норок в возрасте 1,5 года проявляется большая неоднородность денситометрических свойств, при этом наблюдается большой диапазон их перепадов между диафизом и эпифизами: диафизарийный участок оказывается -более..плотным, чем дистальный эпифиз, но значительно менее плотным, чем проксимальный. Все это свидетельствует о неравномерности процессов минерализации матрикса костной ткани и затухании ее адаптивного ремоделирования, всегда связанного с ростом кости. Трубочатые кости стило- и зейгоподия у двухлетних норок имеют в основном неизменную форму с характерными для каждого костного звена контурами. Костная структура в основном мелко-петлистая и. в ряде случаев переходная - от крупно- к мелкопетливой с четкой ориентацией костных балок по линиям основной опорно-силовой нагрузки. Кортикальный слой преимущественно без изменений, в костях лишь отдельных особей прослеживается симптом его волнистости за счет локальных утолщений. В результате рентгенограмметрии установлено увеличение значений абсолютной суммарной толщины компакты в середине диафиза бедренной и большеберцовой костей у двухлетних норок по сравнению с полуторогодовалыми. Несколько активизируются в костях двухлетних норок и процессы адаптивного моделирования их структур. Так, увеличиваются показатели медуллярного канала и медуллярного указателя, что связано с происходящими в кости процессами эндостальной аппозиции и эндостальной резорбации костного вещества.

При сравнении же рентгенологических признаков роста и развития трубочатых костей у особей, разводимых в клетках и из естественных популяций, заслуживает внимание тот факт, что скелетные звенья клеточных норок по своему структурному оформлению намного уступают особям из природных условий. Это выражается прежде всего в характере дифференцировки балочных структур в спонгиозных отделах. Так, костные балки у двухлетних зверей, как правило, более массивны, чем у взрослых диких особей и в целом спонгиозные отделы костей менее значительны по своей протяженности. Из данных рентгенограмметрии видно, что скелетные звенья норок, разводимых в неволе, по степени развития компактной субстанции и уровню минерализации уступают диким сородичам. При сравнении денситометрических показателей бедренной кости выявлено, что общая структурная плотность у диких взрослых особей выше, чем у

разводимых в клетках. То есть процентное соотношение площадей цветковых компонентов, соответствующих высокой структурной плотности, в кости клеточной норки в сравнении с дикой, заметно снижается: компонент красного цвета до 2 (против 6), голубого - до 3 (против 6), сиреневого до 26 (против 74,5), значительно возрастает доля цветов с наименьшей плотностью - зеленого до 64,0 (против 11) и желтого до 5 (против 2,5).

Для трехлетних норок, в соответствии с общепринятой периодизацией, характерно затухание репродуктивных способностей, а это, как известно, связано со старением организма. Проявляются возрастные изменения и в структурном состоянии клеточной системы. По рентгенологическим данным они выражаются в частичной деформации эпиметафизарных отделов трубчатых костей, изменении их наружных и внутренних контуров, разрежении губчатой субстанции в эпифизах, появлении очагов пятнистого остеопороза, а также верифицирующих пролифераций в виде экзостозов и остеофитов. Однако подобные изменения в скелете конечностей у старых норок выражены в меньшей степени, чем у соболя, к тому же следует отметить, что в костях 3-х летних особей зарегистрирован симптомокомплекс старческих изменений лишь в начальной стадии его проявления. Так, у 3-х летних норок незначительно снижаются по сравнению с более молодыми, показатели абсолютной суммарной толщины, индекса развитости компакты, однако увеличиваются значения медуллярного указателя исследуемых костей. Эти признаки отражают прогрессирующую резорбцию костной субстанции с явлениями остеопороза. При оценке денситометрических свойств бедренной кости по данным цветовой дискретной дешифровки рентгенограмм наблюдается снижение ее общей структурной плотности, а также сдвиг плотностных характеристик в сторону увеличения в области проксимального эпифиза (зона большого вертела) и дистального участка диафиза. Еще в большей степени, чем у двухлетних особей, выражена неоднородность распределения плотностных свойств.

Из анализа данных дешифровки рентгенограмм следует, что цветовые градации распределяются в бедренной кости следующим образом: компонент красного цвета почти отсутствует (0,5%), голубой составляет 2,5, сиреневый - 73, зеленый - 24, желтый 14% площади всего поля остеорентгенограммы. На основании вышеуказанного можно сделать заключение, что у клеточных норок такие как и у их диких сородичей, происходит прогрессивный рост и развитие скелетной основы тела. В ее морфогенезе у разводимой в неволе норки, находящейся в условиях ограниченной подвижности, выражены общие биологические закономерности, присущие также клеточному соболю, поэтому нет оснований считать регистрируемые явления в росте и развитии трубчатых костей лишь видовой принадлежностью. Однако у клеточной норки морфогенетические процессы формирования скелета имеют специфические особенности, обусловленные образом жизни, способом передвижения и характером локомоции зверей. Так, темпы роста скелетных звеньев стило- и зейгоподия у семимесячных клеточных норок опережают

таковые у сверстниц из естественных биоценозов, поэтому скелетные звенья у разводимых в неволе зверей по своей макроархитектонике более массивны, чем у обитающих в природных условиях. Однако по структурному оформлению трубчатые кости клеточных норок заметно уступают особям из природных популяций. К полуторогодовалому возрасту у клеточных норок по причине отсутствия достаточной функциональной нагрузки на опорно-двигательный аппарат в костной системе затухают адаптивные перестройки в связи с чем снижается интенсивность роста скелетных звеньев, изменяются в сторону уменьшения их денситометрические характеристики. К двум годам жизни норок клеточного содержания хотя и незначительно активизируются остеопластические процессы, однако по своей морфологической зрелости (по рентгенологическим данным) трубчатые кости никогда не достигают уровня диких зверей, что свидетельствует о замедлении у первых темпов формирования структур кости. К трехлетнему возрасту в скелете норок, разводимых в неволе, выявлен рентгенологический симптомокомплекс адаптационной перестройки костной структуры, связанный с начальным проявлением старческих инволютивных изменений в костях, протекающих на фоне компенсаторных сдвигов в их рентгеновской структуре.

Рентгеноморфологическая характеристика длинных трубчатых костей лисицы из естественных биоценозов и клеточного содержания: молодые лисицы, при визуальном изучении остеорентгенограмм видно, что у молодых диких лисиц практически уже завершено формирование скелетных звеньев стило- и зейгоподия. Их спонгиозные отделы характеризуются значительной массивностью по протяженности, они не ограничиваются областью эпифизов, а распространяются в метадиафизарные отделы костной трубки. Костная структура имеет преимущественно мелкочаеистый рисунок с четкой трабекулярной ориентацией по линиям физиологической нагрузки. В области эпифизов бедренной кости у зверей данной возрастной группы рентгенологически выявлены метаэпифизарные ростковые зоны, свидетельствующие о продолжающемся продольном росте трубчатых костей. Компакта диафиза имеет равномерную по длине трубки толщину, симптом разволокнения и другие структурные изменения кортикального слоя в костях исследуемых особей не выявлен. По данным рентгенограмметрии индекс развитости компакты бедренной кости составляет по усредненным данным 28%, что значительно меньше, чем у молодых соболя и норки из естественных биоценозов [Barnett, Nordin, 1960]. Однако показатели медуллярного указателя у лисиц доминируют над таковыми у кунных (71% у лисицы против 59% у соболя и 53,3% у норки). Это указывает на интенсивно протекающие в кости процессы эндостальной аппозиции и эндостальной резорбции костного вещества.

При микрорентгеноденситометрии бедренной кости выявлена в целом топографическая однородность ее плотностных свойств. В аналоговом режиме работы дешифратора УАР-I на остеорентгенограмме в цветовой гамме преобладает компонент пурпурного цвета в дискретном режиме

максимальные различия денситометрических характеристик наблюдаются в проксимальном эпифизе бедренной кости. Анизотропия плотностных свойств спонгиозы является, по-видимому, результатом ее адаптации к механической нагрузке.

Дикие взрослые лисицы: скелетные звенья стило-и зейгоподия у взрослых диких лисиц имеют характерную для каждой кости форму и дифференцированы на соответствующие анатомические отделы. Даже при визуальном изучении рентгеновской структуры костей нетрудно заметить, что скелетные звенья у диких взрослых особей развиваются в направлении приобретения грацильных морфологических признаков: неизменные очертания суставных поверхностей эпифизов, кортикального слоя диафиза. Губчатые отделы трубчатых костей представлены в рентгеновском изображении субстанцией с мелкопетлистым рисунком и четкой трабекулярной ориентацией по основным нагрузочно-силовым линиям. При этом балочные структуры спонгиозы, в отличие от молодых диких лисиц, у взрослых особей ограничиваются областью эпифизов при еще более четко выраженной трабекулярной ориентации по физиологическим линиям статодинамической нагрузки. Данные рентгенограмметрии свидетельствуют о прогрессивном росте трубчатых костей у диких лисиц с возрастом зверей. Так, увеличиваются показатели абсолютной суммарной толщины и индекса развитости компакты. Существенно возрастает у взрослых лисиц из естественных биоценозов в сравнении с молодыми и значение поперечного диаметра скелетных звеньев, что является доказательством активно происходящих костеобразовательных процессов путем периостальной аппозиции. Показатели медуллярного указателя в костях взрослых лисиц несколько уступают молодым особям. На основании вышеприведенных данных можно сказать, что у диких взрослых лисиц наряду с периостальным новообразованием костного вещества протекают не менее интенсивно процессы эндостальной аппозиции и эндостальной резорбции костной ткани.

При сравнительной, микрорентгеноденситометрии костей молодых и взрослых диких особей выявлено увеличение их структурной плотности пропорционально возрасту зверей. Характерно, что почти вся площадь дешифрованной остеорентгенограммы имеет однородную оптическую плотность, что является свидетельством сравнительно однородного уровня минерализации костных структур. Из данных цветовой дешифровки оптических плотностей рентгенограмм следует, что у диких особей лисиц с возрастом зверей в цветовой гамме возрастает в количественном отношении представительство площадей градаций, соответствующих высокому уровню структурной плотности кости и степени ее минерализации.

Лисицы клеточного содержания, молоде лисицы: в эту группу объединены животные в возрасте 1-2 года. Трубчатые кости стило- и зейгоподия конечностей у молодых клеточных лисиц, также, как и у молодых диких особей, в рентгеновском изображении выглядят вполне сформированными. Они имеют характерную для каждого скелетного звена

форму с соответствующими анатомическими отделами. В эпифизах скелетных звеньев костная структура имеет мелкопетлистый рисунок с завершенной ориентацией костных балок по линиям физиологической нагрузки. Особенно рельефно трабекулярная ориентация выступает на полутонких шлифах. Компакта диафиза, как правило, равномерна по толщине по всей длине костной трубки. Она имеет в рентгеновском изображении четкие наружный и внутренний контуры. Структурные изменения со стороны компактного слоя костей, которые бы свидетельствовали о его патологии, в костях молодых клеточных лисиц не выявлены. В результате рентгенограмметрии установлено, что у молщдых лисиц, разводимых в неволе, также, как и у их диких сверстников, интенсивно протекают ростовые процессы в скелете. Это выражается, в частности, почти в одинаковых значениях у разводимых в клетках лисиц и у обитающих в биоценозах показателей поперечного диаметра костей. Абсолютная суммарная толщина компакты и индекс ее развитости в бедренной кости даже незначительно выше у клеточных лисиц, чем у диких. Значения же костномозгового участка и медуллярного указателя преобладают у диких лисиц, в сравнении с животными из зверохозяйств.

Хотя по своим абсолютный цифровым выражениям вышеуказанные морфометрические показатели и незначительно снижаются у клеточных особей по сравнению с дикими, но они все же выражают проявляющиеся в начальной стадии процессы затухания в кости адаптивного моделирования ее структур и прежде всего эндостальной аппозиции и эндостальной резорбции костного вещества. То есть рост кости в условиях клеточного режима содержания лисиц происходит почти с той же интенсивностью, что и у молодых диких лисиц. Однако налицо присутствуют рентгенологические симптомы, овидетельствующие о начальных проявлениях затухания в кости адаптивных перестроек вследствие недостаточного моделирующего влияния функциональной нагрузки. При сравнительной микрорентгеноденситометрии бедренной кости у молодых клеточных лисиц и зверей из природных популяций такого же возраста выявлено увеличение степени минерализации костной ткани животных, разводимых в неволе, в сравнении с дикими. При этом зоны повышенной плотности локализуются у клеточных зверей в диафизарном отделе костной трубки, в время как у особей из природных популяций бедренная кость имеет более или менее однородную оптическую плотность, что свидетельствует о равномерном отложении в костной ткани минерального компонента.

Взрослые лисицы: у взрослых 3-5-летних лисиц клеточного содержания трубчатые кости стило- и зейгоподия сохраняют в рентгеновском изображении такую же форму, которая имела место у более молодых (1-2 года) зверей. Костная структура в метаэпифизарных отделах в основном мелкопетлистая, а в некоторых случаях переходная - от крупно- к мелкопетлистой с четкой ориентацией костных балок по основным нагрузочно-силовым линиям. Однако в 8% случаев в сгунгиозной субстанции

трубчатых костей реш генологически выявлены очаги просветления костной структуры, которые свидетельствуют о наличии в скелете конечностей взрослых клеточных лисиц явлений физиологического остеопороза (остеопороза от бездействия), так как звери постоянно испытывают влияние на свой организм условий гипокинезия. Правда, реакция на эти условия у лисицы - широкоадаптированного вида проявляется в меньшей степени, чем у зверей со слабовыраженными адаптивными свойствами (соболем и норкой). Рентгенограмметрически установлено, что у взрослых лисиц толщина компакты бедренной кости по сравнению с более молодыми (1-2-летними) не только не увеличивается, но и уменьшается соответственно ниже у них и показатели поперечного диаметра костей при незначительно возросшем индексе развитости компакты. Значения ширины медуллярного канала и показате ли медуллярного указателя сохраняют у 3-летних лисиц прежние величины, что свидетельствует о затухании в кости адаптивных перестроек.

У пятилетних лисиц, по сравнению с трехлетними, несколько активизируется рост скелетных звеньев. Это выражается, в частности, в утолщении компакты костей и индекса ее развитости. Соответственно возрастают и показатели поперечного диаметра скелетных звеньев, ширина их медуллярного канала и показатели медуллярного указателя. Все выявленные рентгенологические симптомы говорят о том, что в костях у клеточных лисиц с возрастом прогрессируют явления, связанные с затуханием адаптивных перестроек. Особенно четко это прослеживается при сравнении рентгеноморфологических данных костей у клеточных и диких лисиц. Так, у диких взрослых лисиц, в сравнении с трехлетними клеточными, достоверно ($P < 0,05$) превалируют показатели абсолютной суммарной толщины и индекса развитости компакты. Значительно превосходят у них также и цифровые выражения поперечного диаметра костей. Эти данные отражают более интенсивный рост кости у диких особей, чем у клеточных за счет периостальной аппозиции костного вещества. При микрорентгеноденситометрии установлено, что бедренная кость взрослых клеточных лисиц уступает по структурной плотности диким особям аналогичного возраста. При этом в кости взрослых лисиц, разводимых в неволе, также как и у более молодых, сохраняется топографическая неоднородность денситометрических свойств, которая не находит такого яркого проявления на дешифрованных рентгенограммах диких взрослых особей. Что касается масштабов адаптивных перестроек, происходящих в кости под влиянием функционального фактора, то здесь следует отметить, что они в звеньях скелета конечностей клеточных лисиц никогда не достигают уровня диких. Об этом свидетельствуют рентгенологические признаки строения костей у пятилетних зверей, разводимых в неволе. Хотя у них и активизируются ростовые процессы в скелете, по сравнению с 3-летними животными, однако морфометрические данные, отражающие ростовые характеристики в скелете и его адаптивные перестройки ниже, чем у взрослых диких особей. Так, у пятилетних лисиц, разводимых в клетках,

абсолютная суммарная толщина компакты бедренной кости ниже, чем в группе взрослых диких особей, соответственно меньшие цифровые значения у них имеет и усредненный показатель поперечного диаметра кости. Исходя из рентгеноморфометрических данных, выражающих процессы эндостальной резорбции кости (ширина медуллярного канала, показатели медуллярного указателя), которые незначительно изменяются с возрастом лисиц, можно сделать заключение о более ограниченных возможностях адаптивных перестроек кости в условиях изменившейся биодинамики у широкоадаптированных биологических видов, к которым относится серебристо-черная лисица.

В результате проведенного рентгенологического исследования скелетных звеньев конечностей пушных зверей куных и псовых установлены как общебиологические закономерности их морфо-генетических преобразований у представителей различных семейств в связи с возрастом и режимами двигательной активности животных, так и видовые, специфические особенности формирования структур кости, обусловленные образом жизни, способом передвижения и характером локомоции животных. У особей из природных популяций (по рентгенологическим данным) наблюдается прогрессивное развитие длинных трубчатых костей. Это выражается, в частности, в дифференцировке грацильных балочных структур в спонгиозных отделах скелетных звеньев, увеличении их линейных продольных и поперечных размеров, степени развития компактной субстанции, приобретении грацильных макро-микроморфологических признаков, а также особом распределении структурной плотности, свидетельствующем о равномерном отложении в костной ткани минерального компонента.

В условиях клеточного содержания также как и в природной обстановке, у пушных зверей отмечается прогрессивный рост и развитие скелетной основы конечностей. Однако морфогенетические процессы ее формирования имеют свои особенности. Так, у молодых, зверей, разводимых в клетках, рост кости сопровождается значительным увеличением ее массы и линейных размеров, тогда как у диких подвижных форм одного и того же таксономического ранга в морфогенезе скелета ведущим выступает адаптивное моделирование при умеренном минеральном насыщении костных структур. Аналогичная тенденция сохраняется и на последующих этапах онтогенеза, вследствие чего трубчатые кости у взрослых зверей разводимых в клетках, по своему структурному оформлению и характеру минерализации выглядят менее зрелыми, чем у сверстников из природных биоценозов. Это свидетельствует о замедлении у первых темпов формирования структур кости. Рентгенологический оимптомокомплекс адаптационной перестройки костей протекает на фоне компенсаторных сдвигов в их рентгеновской структуре.

Чтобы полнее и точнее оценить становление и изменение микроструктурной организации в скелете, исследование проводилось на

гомологичном звене тазовой конечности (бедренной кости) в различные возрастные периоды. При этом материал от диких животных мы имели возможность распределить по двум группам: молодые (сеголетки) и взрослые, что определялось методологическими особенностями проведения исследования, так как из признаков структурной организации кости для объективной регистрации мы взяли следующие: а) соотношение размеров внутреннего и наружного диаметров костного диафиза; б) толщину компактного слоя в дорсальном, латеральном, медиальном и плантарном секторах диафизарной трубки; в) количественное распределение остеонов по секторам диафиза; г) размеры остеонов по величине просвета гаверсовых каналов и их наружному диаметру; д) толщину слоя периостальных и эндостальных генеральных костных пластин по периметру диафизарной трубки; е) общую толщину компакты с остеонной структурой в диафизе.

Результаты исследований, как и в предыдущих разделах, считаем целесообразным изложить по каждому биологическому виду в отдельности, по групповым промерам поперечных срезов середины диафиза бедренной кости нами определены средние значения толщины компакты в дорсальном, плантарном, латеральном и медиальном отделах (секторах) диафизарной трубки. Полученные средние величины (в микрометрах) распределяются соответственно: 602,25; 632,5; 770,0; 671,0 и отражают естественные различия в интенсивности остеопластического процесса по периметру диафиза растущей кости. Из этих данных с очевидностью следует, что хотя кость как орган растет всеми своими частями, интенсивность ростовых процессов в разных ее отделах в одно и то же время существенно различается. И это, на наш взгляд, закономерно, так как уже в начальный период постнатального онтогенеза рост скелетных звеньев конечностей сопровождается их адаптивным моделированием в соответствии с условиями опорно-силовой нагрузки. Своеобразное распределение остеопластического процесса и явлений ремоделирования в отделах кости, испытывающих неодинаковую биомеханическую нагрузку, еще более наглядно выступает при рассмотрении тонкого строения компакты диафиза с учетом территорий, занятых остеонными структурами, периостальными и эндостальными генеральными костными пластинками, визуализация отмеченных признаков отображается также отчетливо на сканограммах. Соотносительное распределение этих территорий в различных секторах диафиза свидетельствует в каждом конкретном случае о локальной интенсивности аппозиционного прироста и перестройки костной ткани. Здесь следует лишь подчеркнуть, что периостальный прирост в каждом секторе диафизарной трубки распределяется непропорционально по отношению к общей толщине компакты. Столь же непропорционально, но со своими особенностями, распределяется по периметру диафиза прирост эндостальных костных пластин. Так, если в медиальном отделе диафиза доля эндостальных пластин составляет почти 10% общей толщины компакты, то в латеральном отделе этот показатель равен только 6%. Прирост со стороны периоста в это же

время составил: в медиальном отделе 7, в латеральном - 3, в дорсальном - всего 5, в плантарном - около 10%. О неравномерности роста и перестройки структур в различных отделах диафиза в связи с адаптивным remodelированием кости можно объективно судить по состоянию остеонной архитектоники. Прежде чем перейти к ее характеристике, считаем необходимым напомнить, что развивающаяся трубчатая кость первоначально образуется в пренатальном онтогенезе на основе провизорной хрящевой закладки в виде перихондральной костной трубочки-диафизарной манжеты, имеющей весьма незначительные размеры. В последующем с ростом тела плода пропорционально растут и все звенья скелета. Размеры зачатка трубчатой кости при этом увеличиваются не только за счет прибавки костного вещества со стороны периоста, но и за счет объема диафизарного костномозгового канала. К продолжающемуся периостальному остеогенезу в механизм роста кости на этом этапе включаются процессы резорбции с эндостальными и мезостальными перестройками. Таким путем образовавшееся первоначально грубоволокнистое вещество кости замещается остеонными структурами. В ходе этих закономерных перестроек, внешне кажущаяся консервативной костная ткань способна чутко реагировать на действующие биодинамические факторы адекватным приспособлением своего устройства от тонкой гистологической архитектоники до общей конфигурации и внешнего мышечно-суставного рельефа. В растущей кости прогрессивно изменяются как общая масса, так и линейные размеры, в этот период непрерывно перестраиваются все структуры кости, в том числе и ее компактная субстанция сочетанным действием процессов резорбции и созидания, перестраиваются уже существующие остеоны и образуются новые. Явления активной перестройки остеонной системы на гистологическом срезе кости мы регистрировали по состоянию каналов остеонов, количеству концентрических костных пластинок в каждом из них, по соотношению размеров диаметра канала и диаметра самого остеона. Эти показатели наглядно отражают степень морфологической зрелости остеона или этап его формирования. У растущих соболей отделы диафизарной трубки бедренной кости отличаются не только по толщине компакты, но и по количественному представительству в ней остеонов.

В дорсальном секторе в среднем насчитывается $17 \pm 3,0$, в плантарном - $14 \pm 1,0$, в латеральном $19 \pm 1,0$ в медиальном $18 \pm 2,0$ остеонов. Но различия отмечаются не только количественные, в дорсальном отделе компакты в этот период преобладают по количеству зрелые, уже сформированные остеоны с гиперминерализованным ободком и узким просветом канала, крупным наружным диаметром самого остеона. В плантарном секторе, напротив, чаще встречаются мелкие остеоны с относительно большим просветом гаверсова канала и единичными концентрическими пластинками, то есть растущие остеоны. Аналогичные различия обнаружены также при сопоставлении структурных особенностей гаверсовых систем в латеральном и медиальном секторах диафизарной трубки, особенности в остеонной архитектонике

обнаруживаются особенно четко на сканоэлектроннограммах. Они свидетельствуют о неодинаковых масштабах и интенсивности ремоделирования внутренней архитектоники компакты в различных секторах диафиза, зависящих от особенностей распределения опорно-силовой нагрузки в бедренной кости. Действие функционального фактора на морфогенетические процессы в кости проявляется на всех стадиях онтогенеза, но в наибольшей мере оно выступает в период перехода животного к активному образу жизни. В этом отношении возрастной период соболя от 6 до 8 месяцев, на наш взгляд, можно считать оптимальным.

Взрослые дикие животные: ростовые процессы у соболя в онтогенезе, к сожалению, изучены крайне недостаточно, поэтому состояние взрослости обычно оценивается по признакам полового созревания, что, как известно, не всегда совпадает у животных, да и у человека. Сложность проблемы дополняется еще тем обстоятельством, что формирование ростовых характеристик в различных отделах скелета происходит неравномерно и асинхронно [К.А. Паавер, 1973]. Даже отдельные трубчатые кости конечностей у одного и того же индивидуума завершают свой рост в разное время, что достоверно определяется у некоторых видов по более позднему синостозированию дистального метаэпифиза в бедренной кости по сравнению с другими звеньями. Своеобразной гетерохронией в появлении вторичных очагов окостенения и в синостозировании эпифизарных ростковых зон в эволюции позвоночных выработался своеобразный, механизм саморегулирования ростовых процессов в скелете в соответствии с выполняемой каждым звеном функциональной нагрузкой. В этом отношении избранная нами для микроморфологического анализа бедренная кость по механической роли занимает в тазовой конечности особое положение, сохраняя в себе возможности роста и перестроек, в то время как в других костных звеньях ростовые процессы уже фактически завершены. Если исходить из показателей массивности диафиза бедренной кости, то можно констатировать, что размеры его продолжают увеличиваться и у взрослых особей, уже перешедших в стадию половой зрелости. Однако прирост компакты в различных секторах диафизарной трубки у взрослых соболей, так же как и у молодых, происходит неравномерно. Так, в разновозрастной группе добытых взрослых соболей, усредненные величины прироста массы компакты в процентах распределяются следующим образом: в дорсальном отделе - 22, в плантарном - около 19, в латеральном - 19, в медиальном - 20, При этом на долю остеонной зоны, то есть территории вторичной остеонной перестройки, приходится: в дорсальном отделе диафиза - 77, в плантарном - 69, в латеральном - 79 и в медиальном - около 76 %. Остальная масса компакты диафиза занята периостальными и эндостальными генеральными костными пластинами. Индекс компактизации в диафизе бедренной кости (то есть отношение внутреннего диаметра диафизарной трубки к наружному) сохраняется в прежних размерах. Это свидетельствует о возрастании массы компакты за счет увеличения наружного диаметра диафизарной трубки.

Прирост компакты диафиза по периметру у взрослых составляет в среднем 22%, поэтому бедренная кость у них стала толще по обхвату при прежней относительной массе стенок. Прочность ее при этом возрастает как за счет увеличения поперечного сечения костной трубки, так и за счет укрепления остеонных структур. Действительно, показатель остеонизации компакты у взрослых увеличился: расширилась зона остеонов (смотрите выше) и возросло количество гаверсовых систем в ней. Число остеонов у взрослых составляет: в дорсальном отделе диафиза $22 \pm 2,0$ в плантарном - $21 \pm 2,0$ в латеральном - $21 \pm 1,0$, в медиальном - $20 \pm 1,0$. Морфологически остеоны выглядят вполне зрелыми: большинство из них отличается укрупненными показателями поперечного сечения при малом просвете гаверсова канала. Особенно четко состояние отдельных остеонных структур регистрируется под растровым электронным микроскопом.

Индекс компактизации в растущей трубчатой кости определялся нами также по соотношению площади поперечного сечения диафиза и площади компакты. Величины, вычисленные по показателям внутреннего и наружного диаметров диафиза и на основании, планиметрических данных, оказались совпадающими. Следовательно, развитие трубчатых костей у соболей, обитающих в природных биоценозах, происходит путем прогрессивного прироста массы и увеличения прочностных характеристик в соответствии с ростом и физическим развитием тела зверей и постепенным переходом к активному добыванию пищи, связанному, о обеспечением постоянной быстроты, силы и ловкости.

Микроархитектоника длинных трубчатых костей соболя клеточного содержания, шестимесячные животные: хотя уже полугодовалые звери отличаются между собой по размерам и массе тела и несколько превосходят по этим признакам своих сверстников из естественных популяций, для всей исследованной группы животных клеточного содержания характерно то, что трубчатые кости (стило- и зейгодолия) конечностей у них массивнее, чем у особей из природных биоценозов, что согласуется с данными макроскопической морфометрии и рентгенологического исследования. По толщине компакты в средней трети диафиза бедренной кости групповой показатель массивности распределился следующим образом: дорсально - 847, плантарно - 891, латерально - 990 и медиально - 869 мкм. Если к этому добавить, что индекс компактизации (отношение внутреннего диаметра диафиза к наружному) у полугодовалых клеточных животных такой же, как и у молодых диких соболей, то это свидетельствует об увеличении просвета диафизарного канала пропорционально приросту массы стенок диафиза. Соответственно более богатой представлена здесь остеонная зона компакты по количеству остеонов на эквивалентную единицу площади гистологического среза и по количеству в них концентрических костных пластинок. На основании полученных данных можно констатировать, что в условиях клеточного содержания в первые шесть месяцев жизни соболей рост скелета у них происходит интенсивнее, чем у диких особей. Этому, по-

видимому, благоприятствуют условия содержания, при которых животные получают с кормом необходимый для нормального развития набор питательных веществ. Как в природных биоценозах, так и при клеточном содержании, а первые месяцы жизни животные, естественно, проявляют ограниченную подвижность; ростовые процессы в этот период реализуются программой, заложенной в генетической основе вида без существенного влияния экологических факторов.

Молодые половозрелые животные клеточного содержания: в эту группу объединены звери в возрасте 2-4 лет, начиная с годовалого возраста, в естественных биоценозах соболей, как правило, находится в активном динамическом состоянии, прежде всего с целью постоянного поиска пищи. Поскольку в течение последующих 2-3 лет рост животного продолжается, условия обитания в этот период имеют определяющее значение для формирования физического статуса организма и, естественно, скелетной основы тела. То есть, для нормального развития особи весьма важно, чтобы реализация наследственной программы в генотипе осуществлялась в условиях, в которых эволюционно происходило формирование данного вида, с повторением морфофункциональной адаптации, закрепленных во многих поколениях, так в природе в действительности и происходит. В условиях же звероводческих хозяйств, созданный человеком режим резко отличается от природного практически по всем критериям. Отличается он радикально и по возможности проявления животными естественной резвости - обязательного элемента их биологии. И это возникает не только из-за ограничения территории или отсутствия естественной для зверя обстановки, но главное - из-за устранения человеком основной цели поисковых движений, поскольку животное получает пищу уже в подготовленном виде. Такой режим навязывается животным с первых дней перехода их к самостоятельному питанию и превращается в постоянно действующий фактор, ограничивающий двигательную активность и физическую резвость. По этой причине у растущих животных заметно снижаются темпы формирования скелета и к четырем годам он оказывается менее сформированным, заметно уступая скелету диких животных такого же возраста. Результаты действия этого своеобразного пресса, ограничивающего физическую активность, четко прослеживаются на исследованной нами бедренной кости. У соболей этой возрастной группы, по сравнению с полугодовалыми, как ни парадоксально, масса кости не только не прибавляется, но, напротив, заметно уменьшается. Это явление было зарегистрировано также и при анализе данных морфометрии скелетированных звеньев и подробно описано ранее. Используемые нами промеры толщаты компакты в диафизе распределяются по секторам так: дорсально - $616 \pm 4,2$, плантарно - $665 \pm 5,5$, латерально $847 \pm 7,5$, медиально - $660 \pm 8,8$ мкм против соответственно: $847 \pm 25,3$, $891 \pm 23,0$, $990 \pm 20,5$ и $869 \pm 23,7$ мкм у молодых. Такое явление, разумеется, не связано с действительным уменьшением истинных размеров скелетных звеньев. Потеря относительной массы кости возникает в результате угасания и нарушения

процессов внутреннего адаптивного ремоделирования ее структур, всегда сопряженных с ростом кости. Нарушается гармоничное сочетание в формирующейся кости процессов резорбции и аппозиционного прироста. Отсутствие достаточного функционального стимула для адаптивных перестроек из-за чрезмерного ограничения физической активности отрицательно сказывается на морфогенезе скелетных звеньев, несущих в конечностях наиболее значительную биомеханическую нагрузку.

Угасание в скелете остеопластического процесса в связи с торможением адаптивных перестроек подтверждается также тем фактом, что при отсутствии прироста массы компакты в бедренной кости увеличивается просвет медуллярного канала, вследствие чего даже возрастает соотношение внутреннего и наружного диаметров диафизарной трубки, но существенно уменьшается количество остеонов, ослабляется структура гаверсовых систем. К четырем годам жизни заметно уменьшается просвет гаверсовых каналов во всех отделах диафизарной трубки при одновременном снижении поперечных размеров самих остеонов, что подтверждается при анализе сканограмм. Это свидетельствует о замедлении происходящих в данный возрастной период при клеточном содержании соболей процессов реконструкции кости.

Средневозрастная группа соболей клеточного содержания: к этой группе отнесены животные в возрасте 5-9 лет. Морфометрические данные, отражающие ростовые характеристики скелета, свидетельствуют о незначительном возрастании темпов остеопластического процесса по периметру диафизарной трубки у особей данного возраста по сравнению с более молодыми (2-4 года) половозрелыми животными. По секторам диафиза компактная субстанция распределилась так: в дорсальном $732,9 \pm 9,6$, в плантарном - $737,5 \pm 14,4$, в латеральном - $786 \pm 11,0$, в медиальном - $748 \pm 13,3$ мкм. То есть, у соболей средневозрастной группы интенсивность ростовых процессов в различных отделах диафиза как бы уравнивается, но масса диафизарной трубки при этом во всех его секторах прибавляется пропорционально росту всего костного звена. Во всех частях костного диафиза увеличивается массивность мезостальевого слоя компакты, что связано с активизацией процессов адаптивного ремоделирования внутренней архитектоники кости. Однако распределение процессов резорбции и аппозиционного прироста по периметру диафизарной трубки неравномерно. В латеральном и медиальном отделах адаптивные перестройки происходят в основном за счет формирования вторичных остеонных структур и увеличения численности гаверсовых систем. В компакте внутренней зоны диафизарной трубки в этом возрасте часто обнаруживаются переменные по размерам лакуны – результат эндостальной резорбции. Некоторые из них соединены с медуллярным каналом, но не ограничены концентрическими костными пластинками. Наличие очагов лакунарной резорбции и эндостальной аппозиции отражает происходящие в данный момент процессы ремоделирования с формированием новых остеонных структур. В диафизе бедренной кости отмечается также снижение индекса компактизации

(отношение ее внутреннего диаметра к наружному) при одновременном увеличении территорий, занятых остеонными структурами и плотности их распределения в компактном веществе. О перестройках архитектоники компакты кости свидетельствуют не только количественное увеличение остеоноз, но и их структурное состояние: размеры просвета гаверсошх каналов и количество в каждом костных пластинок.

По этим признакам remodelирование микроархитектоники компакты наиболее выражено в медиальном, латеральном и плантарном отделах диафиза и в меньшей степени - в дорсальном отделе. Зрелые сформированные остеоны наиболее многочисленны в плантарном секторе диафиза, в то время как в остальных секторах идет еще формирование вторичных гаверсовых систем. Это заметно, в частности, по наличию в латеральном, медиальном и дорсальном секторах диафиза остеонов с широким просветом канала при небольшом количестве концентрических костных пластин. На основании анализа микроархитектоники компакты можно отметить, что у соболей средневозрастной группы при клеточном содержании, в сравнении с дикими сородичами заметно замедляются ростовые процессы кости и ее адаптивные перестройки из-за нарушения гармоничного сочетания эндостальной резорбции и аппозиционного прироста в связи с отсутствием необходимой для нормального развития кости функциональной нагрузки.

Престарелая группа соболей клеточного содержания: в данную группу объединены животные в возрасте 10-14 лет. Это, как правило, особи, у которых выражены изменения в структурном состоянии скелета, связанные со старением. Они проявляются в затухании адаптивного remodelирования внутренней архитектоники кости в связи с угасанием остеопластического процесса при прогрессирующей явлений резорбции, приводящих к развитию признаков старческого остеопороза. Практически отсутствует прирост компакты в дорсальном, плантарном и латеральном секторах диафизарной трубки бедренной кости и лишь в медиальном секторе наблюдается незначительное увеличение толщины компакты. При этом происходит расширение просвета медуллярного канала диафиза без соответствующего увеличения индекса компактизации кости, что свидетельствует об уже законченной и фактически прекратившейся перестройке структуры кости при заметных явлениях деструкции. Наступают также изменения в распределении составляющих компакты бедра: увеличивается доля территории, занятая остеонными структурами при одновременном снижении доли общих генеральных костных пластин. На этой основе и прогрессируют явления старческого остеопоротического разволокнения костной ткани. Следовательно, у соболей клеточного содержания также, как и у диких особей, происходит прогрессивный рост и развитие скелетной основы тела. Однако на морфогенетические процессы формирования скелета накладывает отпечаток условия ограниченной подвижности зверей. Если у диких растущих форм рост кости сопровождается активным моделированием ее внутренней архитектоники, то у молодых клеточных зверей в морфогенезе

кости ведущим выступает прирост массы с последующим затуханием процессов ее внутренней реконструкции. Отмеченная тенденция прогрессирует с возрастом животных.

Микроархитектоника длинных трубчатых костей норки из природных биоценозов и клеточного содержания, молодые дикие особи: у сеголетов в диафизе бедренной кости компакта в дорсальном, плантарном, латеральном и медиальном секторах имеет соответственно следующую толщину: 577,0; 601,0; 593,0; 560,0 микрометров. Из этих величин следует, что ростовые процессы по периметру диафизарной трубки кости у растущих норок, как и у соболей, проявляются в одно и то же время неравномерно. Это обусловлено различиями в распределении статодинамической нагрузки, воспринимаемой костью от массы тела, силовых сокращений мышц, опорно-локомоторных нагрузок. При рассмотрении тонкого строения компакты диафиза хорошо заметно, что более значительные величины периостальной и эндостальной прибавки костного вещества наблюдаются в тех отделах диафизарной трубки, которые испытывают основную весовую и силовую нагрузку. По отношению к общей толщине компактного слоя периостальный прирост в дорсальном и плантарном секторах составил: 7, в латеральном 6, в медиальном 9%. Эндостальная прибавка распределялась соответственно: 5; 11,5; 7%. Как видно из приведенных величин, основное увеличение компакты в диафизе в период наиболее интенсивного развития животного произошло в плантарном и медиальном секторах. Это легко объяснить, если учесть, что на плантарный отдел бедренной кости действуют основные силовые группы мышц, а медиальный отдел, кроме того, приближен к линии отвеса тяжести тела. Распределению действия опорно-силового фактора на кость подчинена также остеонная архитектура. Остеонная зона в плантарном секторе диафиза составляет 32% его общей толщины при наличии в каждом поле зрения восьми остеонов. При этом остеоны представлены зрелыми формами, для которых характерны узкий гаверсов канал и большая площадь концентрических костных пластинок. В то же время в латеральном секторе диафиза еще продолжается вторичная перестройка компакты, о чем свидетельствует микроморфология остеонов. Почти все они имеют широкий гаверсов канал и малую площадь, представленную концентрическими костными пластинами. Это признаки пребывания остеона в стадии формирования. Пространственная структура остеонной организации хорошо регистрируется на сканограммах.

Взрослые дикие особи: у взрослых диких норок, когда формирование структур кости почти завершено, сохраняются примерно те же пропорции в соотносительном развитии диафизарной трубки, которые определились в период роста у молодых особей. Продолжающиеся с возрастом перестройки компакты и некоторый ее прирост составляет по группе в усредненных величинах: в дорсальном отделе 23, в плантарном - всего 6, в латеральном - 23 к в медиальном 24%. Из этого с очевидностью вытекает, что процесс структурного становления в компакте раньше завершается в тех отделах

кости, которые испытывают основную опорно-силовую нагрузку; прибавка ее массы по этой причине в медиальном секторе в 8 раз превышает прирост в латеральном. Отличительную особенность архитектоники компакты диафиза бедренной кости у норки представляет сравнительно сильно развитый слой общих эндостальных пластин. В дорсальном и латеральном секторах диафизарной трубки эта часть компакты по массе примерно равна слою периостальных генеральных пластин, тогда как в медиальном и плантарном секторах доля эндостального пластинчатого компонента почти в два раза превышает толщину периостального. Такие соотношения массы слоев компакты в диафизе устанавливаются в связи с тем, что вторичная остеонная перестройка территориально распространяется на неодинаковую глубину компактного слоя в различных секторах диафиза, что приводит в конечном счете к существенному изменению индекса компактизации, и, надо полагать, прочностных характеристик кости. Действительно, индекс компактизации в бедренной кости (отношение внутреннего диаметра диафизарной трубки к ее наружному диаметру) с возрастом уменьшается (с 0,63 у молодых до 0,42 - у взрослых). Возрастает у диких взрослых норок в сравнении с сеголетками не только общая масса компакты, но и массивность ее остеонного слоя, а также показатель остеонизации компактной субстанции. Более зрелыми (по морфологическому критерию) выглядят и сами остеоны: среди них преобладают с малыми просветами гаверсова канала и крупным общим поперечным диаметром, то есть уже сформированные. Состояние отдельных гаверсовых систем особенно четко улавливается под растровым электронным микроскопом. Таким образом, развитие трубчатых костей у норки из естественных популяций, как и у дикого соболя, происходит путем прогрессивного прироста их массы пропорционально росту всего тела животного.

Микроархитектоника длинных трубчатых костей норки клеточного содержания: мы имели возможность получить для исследования датированный материал по четырем возрастным группам: до года (семь месяцев), полутора-годовалые, двух- и трехлетние норки. Молодые животные клеточного содержания: в эту группу объединены семимесячные животные, то есть особи первого возраста, подлежащего хозяйственному убою. При сравнительном анализе массивности компакты бедренной кости молодых клеточных особей с их дикими сверстниками установлено, что прирост компактного вещества у зверей, разводимых в неволе, в этом возрасте протекает с большей интенсивностью, чем у сородичей из естественных популяций. Это находит подтверждение в цифровых выражениях толщины компакты, которые распределились по периметру диафизарной трубки бедра следующим образом: в дорсальном секторе - 764,8; в плантарном - 911,6; в латеральном - 963,4, в медиальном - 840,0 мкм, в то время как у диких молодых норок они составляли соответственно 577, 601, 593 и 560 мкм. Такую разницу в интенсивности ростовых процессов можно объяснить не только влиянием фактора полноценного кормления, но и видовыми

особенностями организма: американская норка отличается от европейской более высокими темпами роста и, естественно, большей массой тела.

Индекс компактизации кости у молодых клеточных норок уменьшился по сравнению с дикими особями аналогичного возраста (до 0,5 против 0,63), что свидетельствует об увеличении у первых массы компактной субстанции и в целом о более интенсивном росте скелета. Однако в различных отделах диафиза прирост компактного вещества осуществлялся по-разному. Так, в дорсальном отделе компакта усиливалась на 25% за счет пластинчатого компонента, в плантарном отделе на его долю приходится лишь 19%, в латеральном и медиальном отделах он составляет 27-28% от ее общей толщины. Остеонная зона у клеточных особей по количеству гаверсовых систем на эквивалентную единицу площади гистологического среза приблизительно соответствует таковой особям из биоценозов. Картина активизации периостального остеогенеза выражается у клеточных особей в появлении базофильных линий цементации, разграничивающих старую и вновь образованную кость. Все вышеизложенное свидетельствует о более, интенсивном темпе формирования скелета в первые семь месяцев жизни у норок, разводимых в неволе, в сравнении с их сородичами из естественных популяций. В этот период, как и у клеточных соболей, животные получают в достатке питание для нормального роста всего организма и его скелетной основы.

Взрослые животные клеточного содержания: полугодовалый возраст является особым в онтогенезе норки. Уже в этот период у животных клеточного содержания заметно снижаются темпы роста скелета. Явление это четко обнаруживается по данным морфометрии, отражающим рост бедренной кости. Так, у норок к годовалому возрасту на фоне общих увеличивающихся размеров кости относительная масса компакты диафиза по сравнению с семимесячными животными достоверно снижается, что связано с угасанием в кости адаптивного ремоделирования из-за отсутствия необходимой для нормального развития скелета функциональной нагрузки. Иначе говоря, в условиях гипокинезии происходит замедление темпов перестройки кости, всегда связанных с ее ростом. По этой причине слой вторичных остеонных структур в компакте представлен относительно меньшей массой, чем у диких животных. Однако при этом проявляется та же закономерность распределения прироста массы компакты по различным секторам диафиза в соответствии с особенностями распределения опорно-силовой нагрузки. Следует отметить, что при отставании прироста массы компакты увеличивается просвет костномозгового канала, в связи с чем индекс ксг.шактизации кости возрастает (с 0,51 до 0,6). Снижение показателей толщины компакты к годовалому возрасту прослеживается во всех отделах диафиза. О затухании процессов ремоделирования внутренней архитектоники компакты свидетельствует также уменьшение поперечного диаметра гаверсовых каналов, самих остеонов, снижение значений их отношения, а также плотности распределения гаверсовых систем в секторах диафизарной

трубки. Ослабляется структура самих гаверсовых систем, что подтверждается при анализе пространственной архитектоники остеонов.

У норок в возрасте двух лет морфологические данные отражают некоторое возрастание остеспластического процесса по периметру костного диафиза по сравнению с более молодыми годовалыми особями. По состоянию гаверсовых систем в компакте можно видеть, что процессы внутренней перестройки кости более выражены в ее дорсальном, плантарном и латеральном отделах и в меньшей степени - в медиальном отделе диафиза. Однако темпы роста скелета в период зрелости у клеточных норок заметно отстают от темпа роста у животных из естественных популяций. Так, прирост компакты у норки, разводимой в неволе, составляет в дорсальном секторе диафиза 13, в плантарном - 7, в латеральном - только 2,5 и в медиальном - 12%, тогда как в этот период онтогенеза у диких зверей он составляет в дорсальном - 33, в плантарном - 6,4, в латеральном - 34 и в медиальном отделе диафиза - 46%. При анализе планиметрических данных, вычисленных на гис-тологических срезах как отношение площади компакты ко всей площади диафиза бедренной кости, у клеточных норок установлены большие цифровые значения, чем у диких, что вполне согласуется с величинами, выражающими индекс компактизации кости. У зрелых клеточных норок, в отличие от диких, во вторичные структурные перестройки вовлекается меньшая территория, занятая эндостальными генеральными костными пластинами, в связи с этим у них сохраняется тенденция более значительного представительства в общей толщине компакты ее эндостального пластинчатого компонента. О замедлении процессов внутренней реконструкции кости у животных клеточного содержания свидетельствует также состояние самих гаверсовых систем (84). Так, в сравнении со взрослыми дикими норками у зверей, содержащихся в неволе, увеличивается показатель отношения диаметра гаверсова канала к диаметру самого остеона.

К трем годам жизни у клеточных норок прослеживается общее затухание остеопластического процесса по периметру костного диафиза. При продолжающейся резорбции кости со стороны костномозгового канала это приводит к снижению абсолютных значений толщины компакты во всех секторах диафизарной трубки. Затухают в этом возрасте у норок и адаптивные перестройки в скелете. Об этом свидетельствует отсутствие в компакте растущих гаверсовых систем. Поскольку системы гаверсовых каналов непосредственно связаны с распределением в компакте сосудистого фактора, то по их состоянию можно судить о различиях в интенсивности васкуляризации отделов диафиза в соответствии с условиями опорно-силовой нагрузки. Из всего упомянутого выше следует, что физическая активность является основным фактором, определяющим не столько ростовые характеристики в костных звеньях скелета животных, сколько процессы адаптивного remodelирования их архитектоники. У норок клеточного содержания в связи с ограничением двигательной активности такие

перестройки замедляются и по масштабам никогда не достигают показателей, регистрируемых у диких животных.

Микроархитектоника длинных трубчатых костей лисицы из естественных биоценозов и клеточного содержания, дикие молодые лисицы: уровень зрелости структурного оформления скелета у молодых особей лисиц из природных популяций в пределах бедренной кости выражался в строго закономерном распределении массы компакты по окружности диафизарной трубки. На поперечных срезах диафиза в каждом конкретном случае заметно преобладала масса компакты в плантарном секторе, несколько меньшей она была в латеральном секторе и минимальной - в медиальном. При этом основную часть массы стенки диафиза занимает средняя зона остеонных структур, что же касается слоя периостальных и эндостальных генеральных пластин, то он в этих секторах представлен разными величинами, но с определенной закономерностью. Так, в плантарном секторе слои внутренних и наружных генеральных пластин по массе равны и составляют в общей сложности не более 4% от общей массы компакты. В латеральном отделе диафиза компактной субстанции по массе и гистологической структуре происходит сравнительно более интенсивно в тех отделах, которые постоянно испытывают приложение более значительной мышечной силы. Поскольку основные локомоторные усилия в опирающейся на пальцы тазовой конечности (у всех псовых, в том числе и у лисицы) при беге испытывает плантарный отдел бедра (действие всего комплекса мышц заднебедренной группы), то под влиянием этого функционального фактора происходит как бы опережающее формирование структурной организации кости в плантарном ее отделе. Эта же закономерность распространяется и на латеральный отдел диафиза бедра.

Дикие взрослые лисицы: как уже упоминалось выше, по анатомическим признакам рост скелета у лисиц почти завершается в течение первого года жизни. С возрастом, в силу различных причин, в скелете, как, впрочем, и в других анатомических системах, наблюдаются инволютивные изменения, вносящие заметный корректив в состояние структур на всех уровнях организации. В этом легко убедиться при просмотре скелетных материалов от лисиц 10-летнего возраста. Таких лисиц можно отнести к группе престарелых. Обычно старческие изменения в скелете заметно выступают в виде диффузного и лакунарного остеопороза, различных деформаций типа оссифицированных экзостозов и т.п. По таким признакам порой даже трудно судить, насколько они являются прогрессивными, регрессивными или патологическими. Но мы ограничились лишь примерами, касающимися состояния диафизарной трубки бедренной кости. Прежде всего в ней заметно изменяется индекс компактизации за счет прогрессирующей резорбции кости со стороны костномозгового канала при отсутствии аппозиционного периостального прироста, в результате чего истончается стенка диафизарной трубки. К десяти годам убыль компакты за счет эндостальной резорбции составляет в среднем 10%, но по своей интенсивности резорбтивные

процессы в различных секторах диафиза происходят неравномерно, поэтому ранее установившееся соотношение компактного слоя в отделах диафизарной трубки нарушается, при этом резорбция частично затрагивает так же и остеонные структуры.

Микроархитектоника длинных трубчатых костей серебристо-черной лисицы клеточного содержания, молодые лисицы клеточного содержания: в эту группу мы включили животных в возрасте от семи месяцев до 1,5 лет. К семимесячному возрасту лисицы, как правило, достигают размеров, принимаемых по существующим для пушнины стандартам за нормальные. То есть, в условиях клеточного содержания, как и в естественной природной обстановке, физическое развитие лисиц заканчивается в течение первого года постнатального онтогенеза и даже раньше. Более того, в хозяйствах, с хорошо организованным полноценным кормлением, за первые семь месяцев жизни лисицы прибавляют в массе тела больше, чем за такой же период дикие животные (смотрите выше). У растущих лисиц с увеличением общей массы тела прямо коррелирует развитие скелетной системы, в том числе и трубчатых костей конечностей. В пределах бедренной кости это заметно по морфоглетрическим показателям массивности диафиза. Следует сразу же заметить, что в распределении массивности компакты между секторами диафизарной трубки у лисиц клеточного содержания повторяются те же пропорции, которые характерны для диких особей. И это не удивительно, поскольку в неволе у зверей сохраняется тот же тип локомоции, который свойственен дикой лисице. Однако от опорно-локомоторного механизма зависит лишь характер распределения статической и динамической нагрузки между звеньями конечности, но не сила самой нагрузки. Поэтому в условиях ограниченной подвижности (гипокинезии) при тех же биодинамических характеристиках снижается формирующая роль силового фактора из-за ограниченных возможностей его проявления. Именно этим обстоятельством можно объяснить тот факт, что у лисиц клеточного содержания прирост массы скелета несколько опережает структурное моделирование кости, которое по ряду деталей вообще не достигает уровня, характерного для диких особей. Так, общая массивность диафиза бедра у клеточных животных оказывается выше, чем у диких сверстников, но при этом распределение массивности между отдельными секторами менее дифференцировано. Толщина компактного слоя диафиза в плантарном его секторе близка к таковой в других секторах, тогда как у диких лисиц в плантарном секторе она была доминирующей. Существенно отличается у лисиц клеточного содержания также индекс компактизации диафиза за счет гипертрофированной массивности стенки. То есть, регистрируется явление, при котором структура недостаточно испытывает моделирующее влияние функции. Аналогичная закономерность прослеживается и на основании анализа результатов морфометрии гаверсовых систем и их структурного состояния. К тому же распределение их в компакте по секторам диафиза не столь четко дифференцировано, как у особей из природных популяций.

Взрослые лисицы клеточного содержания: для характеристики структуры скелета у взрослых животных мы использовали бедренные кости от лисиц 3-5-летнего возраста, поскольку рост и формирование скелетной системы у зверей данного вида завершаются в течение первого года, в более поздние сроки онтогенеза размеры скелетных звеньев конечностей сохраняются те же. Однако в отличие от лисиц из природных биоценозов, при клеточном содержании звери постоянно пребывают в состоянии ограниченной подвижности, поэтому даже по истечении трех и пяти лет в трубчатых костях конечностей не происходят адаптивные перестройки, характерные для костей диких зверей. Как в трехлетнем, так и в пятилетнем возрасте в диафизе бедренной кости остается прежним индекс компактизации, масса компакты распределяется между секторами диафиза без существенных различий, также как и почти однообразным остается показатель ее вторичной остеонной перестройки. Структурная организация компакты диафиза бедренной кости взрослой лисицы отображена на гистологических препаратах и сканоэлектроннограммах. Как и у семимесячных, так и у животных более взрослых во всех секторах диафиза бедра зона остеонных структур составляет в среднем 84-86% от общей массы компакты при незначительных колебаниях толщины слоев, занятых эндостальными и периостальными генеральными пластинами. Причем некоторые различия в толщине слоев определяются не столько возрастными, сколько индивидуальными особенностями, связанными с обычно наблюдающимися в норме опорно-локомоторными стереотипами тазовых конечностей (постановка автоподия, размах флексорно-экстензорных движений в суставах и др.). Почти стабильными сохраняются у взрослых лисиц также величины остеонных структур компакты. Во всех отделах диафиза бедра в течение трех-пяти лет мало изменяются просветы гаверсовых систем, что является косвенным показателем структурной и функциональной стабилизации кровообращения в компакте кости и слабо выраженных ее перестроек. То есть, режим ограниченной физической активности при подавлении многих поведенческих реакций в значительной мере снимает действие функционального фактора на формирование внутренней архитектоники кости как в период ее роста и развития, так и в последующие периоды онтогенеза.

На основании изучения микрархитектоники компакты у пушных зверей при различных условиях обитания установлено, что морфогенетические процессы формирования кости тесно связаны с условиями биодинамики животных. У диких растущих зверей прогрессивный рост кости сопровождается активным адаптивным моделированием ее структур; у клеточных зверей ведущим в морфогенезе скелета выступает прирост его массы. У взрослых животных клеточного содержания, находящихся в условиях гипокинезии, замедляются темпы формирования скелета и его становления, вследствие чего длинные трубчатые кости зверей, разводимых в неволе, по своему структурному оформлению заметно

уступают сверстникам из природных популяций. В связи с отсутствием для нормального развития особи двигательной активности и физической резвости в скелете клеточных зверей замедляются ростовые процессы и адаптивные перестройки из-за нарушения гармоничного сочетания эндостальной резорбции и аппозиционного прироста, что приводит к потере относительной массы кости.

Возрастные изменения в структурном состоянии скелетных звеньев пушных зверей свидетельствуют о том, что наиболее выраженные морфологические признаки адаптации скелета к условиям жизнедеятельности в соответствии с его ростом наблюдаются у молодых (до года) растущих животных. В этом же возрасте происходит распределение морфогенетических факторов, с участием которых формируется каждое костное звено. В результате анализа микроархитектоники компакты у пушных зверей различных семейств обнаружены как общие закономерности морфоадаптивных преобразований костной ткани с учетом влияния динамического состояния животных, так и видовые органоспецифические особенности в структурной организации кости, обусловленные экологией животных. Так, у зверей с ограниченными возможностями адаптации (соболь, норка; наиболее сильно выражено влияние физической активности как основного фактора, определяющего не столько ростовые характеристики в скелете, сколько процессы адаптивного рекоделирования его архитектоники. У лисицы - широкоадаптированного вида в результате снижения формирующей роли силового фактора при клеточном содержании зверей, прирост массы кости несколько опережает ее структурное моделирование, которое по своим признакам не достигает уровня, регистрируемого у диких особей.

Биомеханические свойства трубчатых костей пушных зверей в условиях различной двигательной активности: скелет - сложная несущая конструкция, постоянно подверженная воздействию статических и динамических нагрузок. Его надежность - интегральное выражение морфологических особенностей и биомеханических свойств составляющих структур. Общеизвестно, что биодинамический фактор оказывает существенное влияние на структурное состояние, биомеханические характеристики костной ткани и ее приспособительную перестройку. Хотя это положение и является общепризнанным, однако морфомеханические свойства костей животных в связи с различными режимами их двигательной активности изучены крайне недостаточно. Необходимость в разработке данного вопроса вызвана еще и тем обстоятельством, что человек и животные в ряде случаев попадают в обстановку с необычными условиями биодинамики. У пушных зверей формирования таких условия связана с развитием промышленного звероводства, что требует более подробного изложения материала о влиянии различного уровня двигательной активности зверей на механические свойства и морфофункциональные особенности длинных трубчатых костей. Для биомеханических испытаний мы

использовали компактную субстанцию, так как она создает основную несущую конструкцию кости. Середина диафиза для сравнительной оценки механических свойств была избрана вследствие того, что именно в этом участке, как известно, при воздействии опорных нагрузок на кость возникают качественно сходные напряжения.

Механические свойства трубчатых костей пушных зверей клеточного содержания: в настоящее время компактную костную ткань рассматривают как биоматериал, состоящий из вязкой матрицы органического вещества в виде коллагеновых волокон, которая армирована высокомолекулярными и высокопрочными кристаллами из гидроксиапатита [И.В. Кнетс и соавт., 1971; J. Diamant et al., 1972; М.А. Добелис, Ю.Ж. Саулгозис, 1985]. Она, как известно, относится к нелинейным композитным материалам, механические характеристики которого могут изменяться в связи с возрастом, особенностями динамики, режима содержания, условий кормления животных и др. У молодых зверей (6-7 мес.), разводимых в клетках и находящихся в оптимальных условиях жизнедеятельности, зарегистрированы максимальные значения предела прочности (σ_2) бедренной кости. Это свидетельствует о равномерном отложении в костной ткани минерального компонента и увеличении на этой основе плотности поперечных связей между кристаллами гидроксиапатита и коллагеном. Соответственно больших значений у зверей этой возрастной группы достигает и модуль упругости (E) бедренной кости.

По данным микрорентгеноденситометрии у молодых растущих зверей (до года) кость отличается также высокими плотностными характеристиками и, естественно, уровнем минерализации. Исходя из того, что минеральный компонент является носителем приспособительной способности кости, есть основание предположить, что значительная часть минеральной фазы находится в аморфном состоянии, а эта часть неорганической компоненты костного вещества, как известно, более мобильна, что в значительной степени способствует внутрикристаллической диффузии ионов и интенсивному отложению на этой основе минеральных веществ. На сканограммах, отображающих пространственную архитектуру кристаллической фазы минерального компонента костной субстанции, нетрудно заметить, что кристаллы гидроксиапатита, как правило, шليمорфны по размерам, отсутствует упорядоченность в их ориентации.

Эти морфологические признаки отражают активно протекающие в костной ткани процессы кристаллообразования. Хотя полугодовалые звери, разводимые в клетках, не отличаются особой подвижностью, в условиях полноценного кормления и реализации ростовых процессов программой, заложенной в генетической основе вида, у них происходит активный и гармоничный рост скелетной основы тела, увеличение минеральной насыщенности (степени минерализации) костей и их механических характеристик. Но поскольку на последующих этапах онтогенеза животные находятся в условиях ограниченной двигательной активности, даже в подготовленной системе, на наш взгляд, при отсутствии достаточного форми-

рующего динамического фактора тканевые структуры не могут закрепить в себе уже подготовленные механические конструкции. И, действительно, у животных старшего (1,5-4 года) возраста наблюдается осязаемое снижение (на 30%) прочностных характеристик бедренной кости по сравнению с более молодыми (полугодовалыми) особями.

При микрорентгеноденситометрии установлена анизотропия плотностных характеристик кости в целом и распространение зон повышенной минерализации на ее диафизарный отдел. На сканограммах компакты бедренной кости видно, что кристаллические структуры минеральной компоненты весьма вариабельны по форме и размерам, их поверхность подвержена в ряде случаев микродеформированию, в результате чего имеет место образование гигантских конгломератов минерального вещества. Таким образом, условия длительной гипокинезии, в которых оказываются клеточные пушные звери, способствуют образованию высокоминерализованной костной ткани, слабо приспособивающейся к изменениям биомеханической нагрузки и, в частности, к ее снижению при клеточном режиме содержания животных. Показатели микротвердости компакты диафиза бедренной кости по ее сечению у половозрелых клеточных зверей по количественным выражениям значительно различаются, что свидетельствует о неоднородности микромеханических свойств костной ткани и отражает неодинаковый уровень минерализации ее гистологических составляющих. Как отмечалось выше, на сканоэлектроннограммах в минеральной фазе костного вещества выявлены гигантские формы кристаллических структур, локализующиеся вблизи мелкозернистых. Такая, вариабельность кристаллической фазы по размерам структур создает неоднородность напряженного состояния компактной костной ткани диафиза по его сечению и является источником ее микродеформирования. Кроме того, компактная субстанция существенно неоднородна по микротвердости по окружности диафизарной трубки. Так, в дорсальном и плантарном отделах диафиза микротвердость костной ткани в периостальной зоне значительно выше, чем в эндостальной, то есть в этих отделах микромеханические свойства снижаются по направлению снаружи во внутрь сечения кости, что свидетельствует о более высоком уровне минерализации наружной зоны компактного вещества, при этом микротвердость костных структур плантарного отдела диафиза выше чем дорсального.

В латеральном и медиальном секторах диафиза зарегистрировано обратное явление: показатели микротвердости возрастают по направлению от наружной ко внутренней зонам компакты с преобладанием значений микротвердости в латеральном секторе диафизарной трубки по сравнению с медиальным. У животных клеточного содержания одновременно со снижением микротвердости наблюдается увеличение массивности компакты по окружности диафиза, что является компенсаторным приспособлением кости в ответ на снижение биомеханической нагрузки, испытываемой локомоторным аппаратом. При сопоставлении механических характеристик

кости с ее морфологическими особенностями обнаружена тесная взаимосвязь. Так, структурное состояние костной ткани молодых половозрелых животных убедительно иллюстрирует картину замедления темпов остеопластического процесса по окружности диафизарной трубки, связанного с затуханием адаптивного моделирования структур кости и ухудшением ее механических характеристик. При этом, в компакте бедра уменьшается количественное представительство гаверсовых систем на эквивалентной площади гистологического среза и количество гаверсовых каналов при одновременном снижении поперечных разборов самих остеонов во всех отделах диафизарной трубки. Подобные изменения в структурной организации компакты свидетельствуют о замедлении процессов реконструкции кости.

Прочностные свойства компакты диафиза бедренной кости несколько усиливаются у зрелых зверей (5-9 лет) среднего возраста. Однако они не достигают уровня, регистрируемого у растущих (до года) особей. При этом у зрелых животных, как и у более молодых (2-4 года), в бедренной кости сохраняется топографическая неоднородность распределения денситометрических характеристик с распространением зон повышенной плотности на ее диафизарный отдел. Кристаллические структуры принимают более регулярную форму. У животных преклонного возраста механические характеристики костей снижаются, одновременно увеличиваются размеры кристаллической фазы минерального компонента, и соответственно, порозность между отдельными его агрегатами, что связано с прогрессирующим развитием в скелете явлений старческого остеопороза и остеосклероза.

Механические свойства трубчатых костей пушных зверей из природных биоценозов: у молодых особей (до года) из природных популяций показатели предела прочности и модуля упругости бедренной кости ниже, чем у зверей клеточного содержания такого же возраста. Такое явление можно объяснить лишь меньшими масштабами прироста массы скелета и более совершенной структурой костного вещества, а не истинным ухудшением его механических характеристик. В результате математической обработки данных получены усредненные диаграммы деформирования (σ - ϵ , %) образцов костей пушных зверей из естественных биоценозов и клеточного содержания. Как видно, кривая деформирования носит нелинейный характер, соответствующий механическому поведению при нагружении костей человека и других видов животных. При этом доверительный интервал при испытании образцов костей клеточных особей значительно уже, чем аналогичный для сверстников из природных популяций, что характеризует уровень и характер испытываемых физиологических нагрузок, возникающих в результате различий в биодинамике животных. Развитие костной системы у особей из естественных биоценозов происходит путем прогрессивного увеличения ее массы, и механических свойств в соответствии с ростом и физическим развитием организма животного. Примечательно, что у зверей из природных популяций с возрастанием микротвердости костной ткани по окружности

диафизарной трубки возрастает масса компакты, что является дополняющим компонентом в обеспечении биомеханического совершенства костной ткани как биоматериала. В большей степени, чем у животных клеточного содержания, проявляется гетерогенность микромеханических свойств по сечению диафизарной трубки. В период роста дикие особи получают большие возможности для активной подвижности, что благоприятствует формированию в их скелете более гранильных конструкций, но с меньшими показателями прочностных свойств, чем у зверей, находящихся в условиях ограниченной подвижности. Механические характеристики сохраняются почти на том же уровне, что и молодых, у взрослых диких особей. Однако они по своим абсолютным выражениям уступают животным, разводимым в клетках. Так, размах значений и среднее значение микротвердости компакты диафиза взрослого дикого соболя, составившие соответственно 203-570 МПа и 357 МПа (коэффициент вариации 16,5%, число измерений 96) возросли для компакты диафиза взрослого соболя клеточного содержания до 420-799 МПа и 607 МПа (коэффициент вариации 16,3%, число измерений 85). При сопоставлении данных микрорентгеконденситометрии с величинами механических характеристик костного вещества с очевидностью явствует, что у взрослых особей из природных популяций плотность кости выше, чем у разводимых в клетках. Однако накопление минерального компонента не всегда отражает уровень биомеханического совершенства кости как конструкции, костной ткани - как биоматериала. Здесь определяющее значение играет его распределение. И, действительно, в костях диких особей минеральная фаза костного вещества распределяется более рационально, обеспечивая надлежащую прочность и легкость конструкции при максимальной экономии материала.

При анализе сканоэлектроннограмм костей диких особей обращает на себя внимание присутствие в кристаллической фазе одинаковых по размеру и более мелких, чем у клеточных животных, кристаллов гидроксиапатита, что способствует увеличению площади активной поверхности минерального компонента, а также скорости диффузии и интенсивности ионного обмена между минеральной фазой и тканевой жидкостью. Кроме того, при сопоставлении цветовых равноплотностных зон рентгенограмм в костях особей из природных популяций не выявлено распространения участков повышенной минерализации на диафизарный участок кости, как это имело место у животных, разводимых в клетках. То есть у диких взрослых зверей в сравнении с клеточными в меньшей степени проявляется гетерогенность в распределении денситометрических характеристик в кости. Все вышесказанное обеспечивает возрастание у зверей из биоценозов показателей относительной упругой деформации костей при сравнительно меньших, чем у животных, разводимых в клетках, значений предела их прочности. У диких особей предельная упругая деформация, то есть та деформация, после превышения которой происходит разрушение кости, выше ($3,48 \pm 0,82$ у диких и $2,53 \pm 0,67$, чем у клеточных, что свидетельствует о лучшей

физиологической работоспособности их скелета в условиях свободной подвижности. На сканограммах, отображающих пространственную организацию фибриллярного каркаса органической матрицы костного вещества, у диких особей видна упорядоченность ориентации коллагеновых фибрилл, в то время как у взрослых клеточных зверей нередко прослеживается их дезинтеграция: в пучках наблюдаются разнонаправленные завихрения, сливающиеся в единую массу. Исходя из этого обстоятельства, существует вероятность, что большая деформируемость кости, обеспечивающая ее приспособляемость к изменениям нагрузки, в условиях свободной подвижности компенсируется способностью органической составляющей выступать в роли деконцентратора напряжений в минеральной компоненте. Вероятно, этим же фактором можно объяснить и повышение относительной продольной деформации у клеточных животных (соболя) в 2-4 года, ибо в молодом возрасте костная ткань более чувствительна к изменениям биомеханической нагрузки.

В результате сравнительного изучения костных звеньев конечностей у животных, находящихся в условиях свободной подвижности (природные биоценозы) и в условиях ограниченной двигательной активности (клеточное содержание), установлено, что биодинамический фактор оказывает существенное влияние не только на структурное состояние и приспособительную перестройку кости, но и на ее макро-микромеханические свойства. Развитие костной системы конечностей у особей из природных биоценозов происходит путём прогрессивного прироста ее массы и увеличения прочностных характеристик в соответствии с возрастом и физическим развитием организма. Условия свободной подвижности благоприятствуют формированию в скелете животных более грацильных конструкций, но с меньшими показателями прочностных свойств, чем у зверей, находящихся в условиях ограниченной биодинамики. У половозрелых животных клеточного содержания ощутимо снижаются прочностные характеристики костей по сравнению с молодыми растущими особями, разводимыми в неволе, а также взрослыми животными, из естественных популяций.

Механические свойства костей тесно связаны с микроархитектоникой кристаллической фазы их минерального компонента и рентгеноденситометрическими характеристиками. Уменьшение механического воздействия на опорно-двигательный аппарат приводит к снижению общей структурной плотности костей, их прогрессирующей деминерализации и потере прочности. Однако в ограниченных условиях биодинамики в костной ткани отмечается распространение зон повышенной плотности на диафизарный отдел кости, где сосредоточены вариабельные по размерам кристаллические структуры, состоящие из гигантских конгломератов минерального вещества, отличающиеся повышенной рентгеноплотностью, но инертные в физиологическом отношении. Они создают неоднородность напряженного состояния кости и способствуют микродеформированию ее

структур. Компактная костная ткань приспособляется к различной биодинамической нагрузке за счет гетерогенности распределения по зонам сечения микромеханических характеристик, что обеспечивает эффект реологической адаптации в условиях физиологического нагружения. Ухудшение механически свойств кости и топографическая неоднородность ее денситометрических характеристик являются следствием торможения адаптивного моделирования микроархитектоники костной ткани.

СТРУКТУРНОЕ СОСТОЯНИЕ ХРЯЩЕВОГО ПОКРОВА ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ У ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ И УСЛОВИЯХ ОБИТАНИЯ

Светооптическое и электронномикроскопическое изучение строения суставного хряща у пушных зверей из естественных биоценозов и клеточного содержания: влияние условий обитания на развитие хрящевого покрова оценивали по показателям структурного состояния головки и мыщелков бедра, которые исследовали методами световой и сканирующей электронной микроскопии и микрорентгенологического анализа. Нас интересовали: толщина суставного хряща, его зональная дифференцировка и соотношение между зонами, размеры изогенных групп и количественное представительство хондроцитов в них, общие особенности цитоархитектоники и тинкторальные свойства хрящевой ткани, как известно, суставной хрящ - один из основных компонентов, определяющих биомеханические потенции любого сочленения. Актуальность проводимых исследований в данном направлении обусловлена еще и тем, что сравнительный анализ структурного состояния суставного хряща животных с учетом условий их обитания и, прежде всего, фактора подвижности, является основой, позволяющей вскрыть закономерности морфоадаптивной перестройки тканевых компонентов кости как органа под влиянием резкого ограничения двигательной активности человека и животных. Нами выявлены у представителей различных семейств (куньи и псовые) общие черты устройства хрящевого покрова в суставах большой подвижности. Так, на срезах головки и дистального эпифиза бедренной кости под световым и растровым электронным микроскопом гиалиновый хрящевой покров на всем протяжении плотно примыкает к расположенной под ним костной пластинке, которая является замыкающей частью вертикальных трабекул спонгиозы эпифиза, всегда направленных к хрящу перпендикулярно. Такая архитектура подхрящевого основания формируется при завершении в эпифизе зондрального процесса, она построена по многоарочному принципу, поэтому обладает высокой механической прочностью и способна выдерживать значительную опорную нагрузку. Граница между нижней поверхностью хряща и субхондральной костью выглядит на срезе в виде слабо заметной зигзагообразной линии. Поверхность хряща и подхрящевой пластины контактируют настолько плотно, что линия их соединения определяется не сама по себе, а скорее всего по особенностям во внутренней архитектонике костной пластины и примыкающего к ней хряща. Различия в ориентации волокнистых конструкций и топографических особенностей

остеоцитов и хондроцитов в обеих структурах хорошо регистрируются на сканограммах. При более детальном анализе костно-хрящевого основания отмечено, что изгибы ее показывают прямую зависимость от глубины проникновения в под-хрящевую пластину кровеносных капилляров со стороны костного мозга, имеющих вид клубочковидных терминалей.

В тех местах, где такие терминали проникают в толщу костной пластины на более значительную глубину, образуются бугорковидные выпячивания в сторону хряща, который в свою очередь как бы уступая место выпячиваниям костной пластины, несет на своей поверхности соответствующие углубления. Показатели толщины субхондральных пластин проксимального и дистального эпифиза бедренной кости увеличиваются в дистальном направлении у всех исследуемых зверей независимо от условий их обитания. Кроме того, у взрослых животных клеточного содержания субхондральная пластина в обоих эпифизах достоверно толще, чем у их диких сородичей. Этот факт свидетельствует о лучших условиях трофики и физиологической репарации хряща у зверей, находящихся в условиях свободной подвижности, по сравнению с животными клеточного содержания. Условия гипокинезии, в которых оказываются клеточные пушные звери, способствуют ослаблению трофических потенциалов суставного хряща: утолщенная субхондральная костная пластина создает определенную микродистанцию между подлежащими капиллярными терминалями и хрящом. Как и у других млекопитающих, в суставном хряще куньих и псовых, выявлены три структурные зоны: глубокая, средняя, поверхностная. На вертикальных срезах суставного хряща четко выделяется по тинкториальным свойствам зона кальцификации, составляющая в среднем $1/3$ его толщины и примыкающая непосредственно к подхрящевой пластине. От основной массы хряща зона кальцификации отделена хорошо выраженной извилистой границей (базофильной линией), хотя извилины в ней менее значительны по глубине и протяженности, чем со стороны подхрящевой пластины. Граница кальцификации не показывает связи с цито-архитектоникой хряща, она проходит не только по матриксу, но и через изогенные группы клеток, так что отдельные хондроциты оказываются одной половиной в пределах зоны кальцификации, а другой - за ее пределами. Некальцифицированная часть суставного хряща ($2/3$ его толщины) окрашивается менее интенсивно с некоторой базофилией самой периферической полосы. Соотношение по толщине средней и поверхностной зон составляет 2:1, где две части приходится на долю средней зоны. Однако величины относительных размеров зон суставного хряща непостоянны; как и непостоянна толщина самого суставного хряща по всей площади сочленованной поверхности. Так, например, в центральной части головки бедра, в ее куполообразном секторе, толщина суставного хряща почти в два раза превышает толщину его периферических частей. Еще более наглядны эти показатели на суставном рельефе дистального эпифиза: в центральной зоне латерального и медиального мыщелков бедра суставной хрящ в 1,5-2 раза толще, чем в периферической.

Существенно отличаются упомянутые выше структурные зоны суставного хряща цитоархитектоникой.

В глубокой зоне хондроциты расположены в виде небольших изогенных групп, всегда ориентированных вертикальными колонками и являющимися по существу нижними участками изогенных групп средней зоны. Поскольку толщина кальцифицированной зоны в различных участках суставной поверхности варьирует, то количество и размеры изогенных групп соответственно колеблются. В периферических участках сустава с самым тонким гиалиновым покровом в глубокой зоне присутствует один-два ряда хондроцитов, тогда как в наиболее утолщенных участках изогенные группы расположены в 5-8 этажей. В средней зоне самые крупные изогенные группы (по 5-7 клеток); сосредоточены в территориальной близости к глубокой зоне. Ближе к поверхностной зоне они становятся мельче (по 2 клетки), как и меньше по размерам здесь хондроциты. В поверхностной зоне хряща клетки, как правило, рассредоточены в одиночку и постепенно изменяют свою форму от вертикально вытянутых к округлым и горизонтально уплощенным у самой суставной поверхности. Здесь хондроциты на окрашенных срезах выглядят как оголенные пикнотические ядра без внешне заметного присутствия цитоплазмы. Характерным признаком в структуре поверхностной зоны суставного хряща является постепенно прогрессирующее по направлению к поверхности преобладание матрикса над клеточным компонентом. Такая последовательность изменения размеров, формы и локализации хондроцитов и массы гиалинового матрикса исключает возможность провести в хряще четкую границу между средней и поверхностной зонами: она в какой-то мере является условной.

Структурно-функциональные адаптации суставного хряща пушных зверей в условиях различной двигательной активности: нами изучены особенности структурного становления суставного хряща в онтогенезе и последовательность формирования его зональной цитоархитектоники у животных при продолжительном их обитании в условиях свободной подвижности (природные биоценозы) и в условиях, существенно ограничивающих естественную двигательную активность (клеточное содержание).

У зверей из естественных популяций большей массивностью (по толщине) суставного хряща на обоих мышечках бедра отличаются молодые особи. У них общая толщина хрящевого покрова в наиболее нагруженном (центральном) отделе мышечков в 1,5 раза больше, чем у взрослых особей, тогда как у последних хрящевой покров здесь на 1/3 тоньше. Это свидетельствует, с одной стороны, о еще продолжающемся росте скелета, в том числе и суставного хряща у молодых животных; во-вторых, о явлениях старческой атрофии и угасания процессов физиологического восстановления хряща у животных преклонного возраста. Кроме признака общей толщины, суставной хрящ старых зверей отличается более широкой зоной кальцификации при заметном сокращении в средней зоне изогенных групп

хондроцитов. У молодых особей, напротив, глубокий слой вместе со средним в 1,5 раза, превосходит общую толщину хрящевого покрова у старых. При этом глубокая зона хряща у молодых зверей кальцифицирована слабее, а средний слой отличается более высокой пролиферацией хондроцитов, что обнаруживается на гистологическом срезе по плотности концентрации изогенных групп и более численному представительству в них хондроцитов. При упомянутых различиях в толщине хрящевого покрова для всех исследованных особей (самцов и самок) характерно определенное соотношение структурных зон к общей толщине суставного хряща, которое, однако, на латеральном и медиальном мыщелках отличается своими величинами. Так, если в суставном хряще медиального отдела сустава промеры толщины глубокой, средней и поверхностной зон относятся к общей толщине хряща, принятой за единицу, как 1:0,4:0,4:0,2, то в латеральном отделе оно составляет 1:0,2:0,5:0,2. Следует отметить при этом, что хрящевой покров на медиальном мыщелке незначительно толще, чем на латеральном. Предположительно можно было бы считать, что и соотношение составляющих суставного хряща на обоих мыщелках должны быть идентичными. Между тем это не так, хрящ способен к адаптивным перестройкам, сохраняющимся практически в течение всей жизни индивидуума. В связи с этим нами выявлены различия в соотносительном развитии слоев в суставном хряще медиального и латерального отделов бедро-берцового сочленения. У всех исследованных нами животных из естественных популяций отмечается достоверное утолщение зоны пролиферирующих хондроцитов на латеральном мыщелке бедренной кости и глубокой кальцифицированной) зоны на медиальном, что связано с особенностями распределений опорной нагрузки и условиями подвижности в бедро-берцовом суставе. Что касается поверхностной зоны суставного хряща, то она отличается на обоих мыщелках относительно стабильными абсолютными показателями.

При сравнении морфометрических данных, в суставном хряще клеточных зверей заметно выступают две отличительные особенности: во-первых, у молодых особей он имеет почти равную толщину; у старых животных хрящ по своим цифровым выражениям значительно тоньше. Во-вторых, у представителей исследованных пушных зверей наблюдается достоверное утолщение суставного хряща в латеральном отделе сустава, по сравнению с медиальным ($p < 0,05$). Этому различию соответствует в области латерального мыщелка более массивная (по толщине) средняя зона хряща, тогда как размеры глубокой и поверхностной зон, как и у диких животных, сохраняют относительную стабильность. При сравнительном анализе соотносительного развития структурных зон в суставном хряще у особей из природных биоценозов и клеточного содержания обращает на себя внимание активная пролиферация хондроцитов у диких животных и усиленная кальцификация у клеточных, что находит подтверждение в показателях отношения общей толщины суставного хряща к толщине его отдельных зон.

Полученные данные свидетельствуют о том, что суставной хрящ, играющий важную роль в биомеханике опорно-двигательного аппарата млекопитающих, является довольно пластичной структурой, всегда отвечающей подгонкой своей архитектоники к конкретным условиям функционирования в пределах не только одного сустава, но даже в пределах одного костного компонента сустава. У исследованных нами животных (соболя, норки, лисицы) четко прослеживается структурная зональность хряща с характерным распределением клеток по размеру, плотности рассредоточения и особенностям упаковки в хрящевом матриксе. По этим признакам в суставном хряще происходит выраженное территориальное рассредоточение механизмов внутривнутрихрящевых процессов с преобладанием: а) в глубокой зоне - явления гипертрофии клеток; б) в средней зоне - пролиферации хондроцитов; в) в поверхностной зоне, вблизи суставной поверхности - продуцирование клетками гиалинового матрикса. Соотносительная толщина этих зон, как и толщина самого хрящевого покрова, по площади сочлененной поверхности неравномерна и связана с условиями статодинамической нагрузки, испытываемой отделами сочленения.

ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ВИДОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СКЕЛЕТЕ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ ПРИ ГИПОКИНЕЗИИ

На обзорных рентгенограммах и микрорентгенограммах скелетных звеньев у молодых зверей хорошо определяется соотносительная масса компакты и спонгиозы трубчатых костей при довольно четко выраженном рисунке балочных структур спонгиозы. У зверей в возрасте 6-12 месяцев, костные трабекулы имеют равномерную толщину и в каждом эпифизе - определенную пространственную ориентировку, соответствующую направлению сил трaktionи и компрессии, действующих на суставную поверхность со стороны смежного костного звена. В головке бедра, в частности, у куньих архитектура спонгиозы ориентирована преимущественно от медиальной стенки диафизарной трубки в виде конусовидного пучка трабекул, направленного своим основанием к полусферической поверхности головки. Такой архитектурой как бы подчеркивается направление сил давления, воспринимаемых суставной поверхностью головки и концентрирующихся в медиальном отделе диафиза. У лисицы балочная структура проксимального эпифиза особенно рельефно складывается к 1,5-2 годовому возрасту, она имеет три системы трабекул, каждая из которых распределяется по траекториям, соответствующим силам сжатия, растяжения и кручения. Первый - самый мощный ансамбль, как и куньих, веерообразно распространяется от медиальной стенки диафизарной трубки к полусферической поверхности головки и препятствует сжатию шейки бедра в момент опоры. Вторая система представляет межвертельный комплекс, она противопоставляет себя чрезмерным деформациям на прогиб проксимального эпифиза бедра и, наконец, третья система идет от дуги

Адамса (зоны компактной кости) к большому вертелу. Она препятствует скручиванию и разрыву внутреннего угла шейки бедренной кости. В этот период онтогенеза масса спонгиозы со стороны эпифиза распространяется еще на метафизарную область так, что костномозговой участок ограничен фактически средней третью диафиза кости. В более зрелом возрасте (3-4 года у соболя, 1,5 года у норки, 2 года у лисицы) границы спонгиозы замыкаются областью эпифизов еще при более выраженной четкости костных балок, ориентированных по направлению опорно-силовых линий (рис.120). Уже в этот период у животных клеточного содержания происходит резорбция значительного числа балочных структур, определяемая на гистологических срезах и шлифах по их разрежению на единицу площади при одновременном увеличении межбалочных пространств и некотором приросте массы компакты в метадиафизарных отделах костной трубки. Подобная тенденция в перестройке структур кости наблюдается в таком же возрасте у диких животных, сохраняясь практически на этом уровне до старости.

У зверей, содержащихся в клетках, к периоду половой зрелости (у соболя в отличие от норки и лисицы он наступает только к 4-м годам) в исследованных трубчатых костях наблюдаются перестройки, которые выходят за пределы границ, определяющих возрастную норму. Если у взрослых особей из биоценозов, избранных нами в качестве биологического контроля, в области эпиметафизарных отделов костей дифференцируются грациальные костные балки, ориентированные по физиологическим линиям силовой нагрузки, то у зверей клеточного содержания аналогичного возраста наблюдается изменение их трабекулярной ориентации и структурная декомпозиция; утолщение в зонах основной опорно-силовой нагрузка, утрата грацильших свойств и, что самое главное, - мозаичное чередование зон костной резорбции с зонами остеосклероза. Особо отчетливо определяется характер и выраженность процессов перестройки кости, а также соотношение структурных проявлений ее новообразования и резорбции на скапограммах. Одним из морфологических проявлений ярко выраженных резорбтивных процессов в костях у клеточных половозрелых зверей является появление на поверхности балочных структур как и в устьевых отделах сосудистых каналов компакты крупных эрозионных лакун с весьма сложным рельефом. Вследствие имеющих место прогрессирующих явлений разрежается общая конструкция: спонгиозы и образуются свободные от балок пространства, регистрирующиеся на рентгенограммах в виде очагов просветления. Обращает на себя внимание у особей, разводимых в незоле, в сравнении с их дикими сородичами, утолщение субхондральных костных пластинок. Утолщенная субхондральная кость, по-видимому, берет на себя изменения в биомеханике суставов, чем устраняется перенапряжение суставных концов костей.

Следует отметить, что з головке и шейке бедра при этом сохраняются и даже усиливаются в массе костные трабекулы основного опорного пучка, направленного от медиальной стенки костя к куполу головки. Весьма

характерным признаком при этом является возникающая поперечная система костных пластинок, скрепляющих в единую конструкцию пучок вертикальных трабекул на уровне суставного края головки. В остальных зонах эпифиза сохраняется разреженная сеть костных трабекул, ориентированных к местам прикрепления мускулов, действующих на тазобедренный сустав. У норки такая картина внутренней структуры головки бедра складывается к годовому возрасту, а у серебристо-черной лисицы - к трем годам жизни зверей. В дистальном эпифизе большеберцовой кости у исследуемых пушных зверей упомянутых возрастов так же наблюдаются на обзорных рентгенограммах и полутонких шлифах обширные очаги резорбции при заметно утолщенных и сохранившихся трабекулах в области основной опорно-силовой нагрузки. Так, очаги пятнистого остеопороза локализованы над межмышечковой вырезкой, а также в периферических отделах латерального и медиального мышечков. На сканограммах удается обнаружить изменения волокнистых структур костных балок. Фибриллярный каркас органической матрицы костных пластинок теряет при этом обычную упорядоченность, в пучках коллагеновых волокон наблюдаются разнонаправленные завихрения; они набухают и нередко сливаются в единую массу.

Реакция на изменение биомеханической нагрузки и, в частности, на ее снижение, проявляется и со стороны компакты трубчатых костей. Рентгенологически она выражается в истончении диафизарных стенок скелетных звеньев и уменьшения показателей толщины, индекса развитости компакты, а также поперечного диаметра трубчатых костей. Явления гипостоза у растущих животных мы склонны классифицировать как истинную костную атрофию, для которой характерно, как известно, уменьшение наружного поперечника кости. Все выявленные признаки структурной перестройки кости - яркое свидетельство задерживающихся остеогенетических процессов, связанных с нарушением ее ремоделиции, что в конечном счете и приводит к картине физиологического остеопороза, для которого характерна усиленная лакунарная резорбция костного вещества. Структурные изменения регистрируются также со стороны суставного хряща - одного из главных биомеханических компонентов сочленения. Первые признаки наступающих изменений проявляются в глубокой (кальцинированной) зоне хряща. В отдельных местах происходит ее утолщение за счет локально усиливающейся репродукции хондроцитов. В других участках хрящевого покрова, напротив, со стороны костномозговых пространств в глубокую зону внедряются лакуны резорбции, распространяющиеся почти до уровня средней зоны. У отдельных молодых особей, отличающихся заметным отставанием в росте от своих сверстников, изменения в суставном хряще особенно значительны. Они регистрируются на гистологических срезах в виде щелевых дефектов глубокой зоны, а также в виде разрыхления хрящевого покрова с деструкцией хондроцитов поверхностной зоны.

Последствия гипокинезии особенно четко прослеживаются при исследовании тонкой структурной организации бедренной кости. Так, у всех исследованных нами представителей пушных зверей данного возраста (4 года соболь, 1 год норка, 3 года лисица) масса бедренной кости не только не увеличивается, но и уменьшается в сравнении с более молодыми особями. Это выражается прежде всего в потере относительной массы компактной субстанции кости, уменьшении количества остеонов на эквивалентной площади гистологического среза, уменьшении просвета гаверсовых каналов при одновременном снижении поперечных размеров самих остеонов. На сканограммах, отображающих пространственную организацию остеонов структур компакты, в устьевых отделах сосудистых каналов обнаружены мощные эрозионные лакуны. Таким образом, остеопластический процесс у еще молодых животных угасает. Происходит торможение адаптивных перестроек и нарушение гармоничного сочетания в формирующейся кости процессов резорбции и аппозиционного прироста.

О затухании процессов адаптивного remodelирования внутренней архитектоники структур кости свидетельствуют также данные, характеризующие денситометрические свойства кости, и прежде всего степень ее минерализации. Бедренная кость в этом отношении является наиболее показательной, так как относится к звену с наиболее высоким уровнем минеральной насыщенности. Так, по данным цветовой дешифровки рентгенограмм отмечается снижение ее общей структурной плотности, в то же время сильно выражена анизотропия денситометрических характеристик. При этом зоны, отличающиеся наиболее высокими значениями плотностных характеристик, локализованы в диафизарном отделе, в то время как у молодых особей клеточного содержания, а также у диких взрослых зверей в меньшей степени проявляется неоднородность денситометрических свойств бедренной кости, в связи с чем диапазон их различий между эпифизами и диафизом сужается и имеет тенденцию сдвига в сторону наибольших значений.

Результаты проведенного исследования позволили выделить общие закономерности и видовые эколого-функциональные особенности проявления структурных изменений в скелете конечностей пушных зверей при гипокинезии. Несмотря на видовую органоспецифичность структурной организации кости у изучаемых зверей, обусловленную ее анатомофункциональными особенностями, приходится констатировать у животных различных таксономических рангов общие закономерности, касающиеся структурных изменений кости как органа и возникающие в результате воздействия на организм условий длительной гипокинезии. В обобщающем виде полученные результаты можно представить следующим образом. Ограничение двигательной активности животных режимом клеточного содержания сопровождается некоторыми изменениями в скелете. Возникающие при длительной гипокинезии изменения затрагивают структуры костей, несущие основную биомеханическую нагрузку и на

первых порах косят чисто количественный характер без признаков выраженной деструкции. В более поздние сроки онтогенеза продолжающееся ограничение двигательной активности вызывает в трубчатых костях, формирующих суставы большой подвижности, появление признаков очаговой резорбции и частичной декомпозиции балочной архитектоники.

В последующем развивается более масштабные признаки остеопороза и остеосклероза как следствие дистрофических нарушений в костной и хрящевой тканях. Эти явления, хотя и прогрессируют с возрастом, тем не менее протекают на фоне заметных компенсаторных сдвигов в структурах кости и хряща, выражающихся в приросте массы отдельных костных балок, появлении в спонгиозе новых укрепляющих костных пластинок, очаговой пролиферации хондроцитов, особенностях топографического распределения денситометрических характеристик в кости и др. Местные и общие компенсаторные механизмы обеспечивают поддержание лишь удовлетворительного общего статуса организма с сохранением репродуктивных способностей и товарной ценности получаемой пушнины.

МЕХАНИЗМЫ СТРУКТУРНЫХ ПЕРЕСТРОЕК В СКЕЛЕТЕ ПУШНЫХ ЗВЕРЕЙ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Структурные перестройки скелета млекопитающих происходят, как известно, в течение всего онтогенеза и являются главной составляющей механизма морфогенеза кости. Именно способность к структурным перестройкам обуславливает динамическое сочетание в каждом костном звене процессов роста и моделирования, обеспечивающих развитие скелета на принципе постоянно действующих адаптаций к условиям опорно-силовой нагрузки и мобильности организма в целом. В связи с этим, естественно, изменения в образе жизни животного, в его поведенческих реакциях всегда находят отражение в скелетной основе тела. Однако это не означает, что каждое отклонение в образе жизни животного, его динамическом состоянии фиксируется в структурах костной системы организма. Здесь, по-видимому, определяющую роль играют известные пределы функциональных возможностей биологической системы, а также частота и продолжительность действия фактора, способного вызвать адаптивные перестройки. С этих позиций мы подошли к анализу и оценке у пушных зверей состояния структур в скелете конечностей и тех морфологических изменений, которые возникли при содержании животных в условиях, заведомо отличающихся от естественных. Такие попытки если и предпринимались когда-либо ранее [В.А. Полецкий, 1956; Л.М. Чуватин, 1976], то касались лишь отдельных видов животных и ограничивались режимом сравнительно непродолжительного опыта с ориентировкой преимущественно на внешне заметные морфологические признаки, которые всегда являются более консервативными. При этом решение поставленной задачи нередко осложнялось уже на этапе подбора объектов исследования. Наблюдения в опытах на одном виде животных не позволяли исследователям дать определенный ответ на вопрос: отражают ли регистрируемые явления общую

биологическую закономерность или только видовые особенности изучаемой формы. В связи с этим для более полной характеристики адаптивных изменений в скелете мы сочли необходимым расширить круг наблюдений, включив в число объектов исследования представителей трех видов пушных зверей, разводимых в звероводческих хозяйствах, сравнивая их с аналогичными формами из естественных биоценозов.

Кость по своим механическим характеристикам представляется на первый взгляд как весьма консервативная ткань. Высокая прочность в этой биологической системе достигается своеобразным сочетанием в костном веществе специфических органических и минеральных компонентов при их особой конструктивной компоновке на всех уровнях структурной – от молекулярного до органного. Поддержание высоких биомеханических свойств скелета, удовлетворяющих потребности организма на всех этапах индивидуального развития, обеспечивается постоянно совершенствующимися в кости процессами метаболизма, тесно связанными с общим обменным статусом организма. Сдвиги в общем метаболизме или отдельных метаболических циклах всегда сказывается на состоянии скелета и, напротив, нарушение метаболического фона в кости неизбежно отражается не только на структурно-функциональных проявлениях топографически сопряженных органов (например, костного мозга), но и на организме в целом. Именно поэтому при высокой плотности, большой механической прочности и кажущейся инертности кость способна отвечать на действие внешних условий определенными перестройками, масштабы и характер которых зависят от продолжительности действия экологического фактора и общей реактивности организма в каждой конкретной ситуации.

Известно, что опорно-двигательный аппарат формируется в определенной зависимости от его функциональной нагрузки [Н. Meyer, 1867; S. Krompacher, 1937; Д.А. Жданов, 1965; Г.А. Зедгенидзе, 1970; И.В. Хрусталева, 1980, 1986]. В связи с этим различная степень двигательной активности вообще и ее ограничение в частности, оказывает влияние на макро- и микроархитектонику скелетной основы тела [М.Г. Привес, 1951; А.И. Воложин и соавт., 1972; К.П. Мельник и соавт., 1975; I.S. Amosov, N.A. Slesarenko, 1985]. Данное положение является общепризнанным, однако сущность симптомокомплекса, связанного с перестройкой костной ткани в условиях различной подвижности, требует дальнейшего изучения. Остается до сих пор неясным – каким образом включаются различные механизмы адаптации (на тканевом и клеточном уровне) в морфогенетические преобразования костной системы, обеспечивающие сохранение жизнеспособности организма в экстремальных ситуациях. Имеются определенные достижения в изучении влияния двигательной активности на состояние структур скелета главным образом при экспериментальном моделировании состояний организма (невесомость, гиподинамия, частичная иммобилизация локомоторного аппарата, воздействие ионизирующих излучений и т.д.) [О.Г. Газенко, 1977; Е.А. Коваленко, Н.Н. Гуровский, 1980;

А.А. Прохончуков и соавт., 1984]. В меньшей степени освещен вопрос о влиянии фактора доместикации и в связи с этим биодинамического состояния организма на морфогенетические преобразования его скелетной системы. Нам известны отдельные сообщения о структурных особенностях скелета у диких и домашних свиней [Л.К. Нилов, И.В. Хрусталева, 1985; Т.Б. Саркисова, И.В. Хрусталева, 1985]. Остается до сих пор много спорных вопросов в морфологии скелета и его становлении в онтогенезе на всех уровнях организации у пушных зверей в условиях различной подвижности животных. Между тем ни у кого не вызывает сомнения тот факт, что выявление общих закономерностей в строении кости как органа и установление причин, влияющих на их изменчивость, открывает пути целенаправленного воздействия на скелет. Исходя из этого, главной целью наших исследований явилось изучение адаптивных свойств кости и ее тканевых компонентов у пушных зверей в различных условиях статодинамической нагрузки на опорно-двигательный аппарат.

Результаты проведенного исследования о влиянии длительной гипокинезии позволили систематизировать структурные изменения в костной системе, связанные с ограничением двигательной активности в виде «гипокинетического» синдрома, который проявляется на всех уровнях структурной организации кости. Макроскопически при визуальном изучении обзорных рентгенограмм костей особей из биоценозов отмечена тенденция их развития в направлении грацилизации: очертания суставных поверхностей эпифизов, костных замыкательных пластин и кортикального слоя диафиза всегда правильны. Проксимальный и дистальный участки диафиза плавно переходят в метафизы. У зверей клеточного содержания кость более массивна, лишена грацильных признаков, кортикальный слой диафиза утолщен, но более рыхлый. Микроскопически перестройка компактного вещества костей в условиях гипокинезии обусловлена изменениями в структурной организации остеонов. У зверей, разводимых в клетках, по сравнению с животными из естественных популяций, они крупнее, вследствие чего количество их на эквивалентной площади гистологического среза меньше. Так, у особей клеточного режима содержания 45% остеонов имеют диаметр от 19,2 до 28,6 мкм, доля таких остеонов у диких сородичей составляет 3%. В компактной костной ткани отмечено существенное уменьшение толщины периостального пластинчатого компонента, что свидетельствует о торможении процессов периостального остеогенеза.

Как показали данные морфометрии, в компактном веществе костей у зверей при клеточном содержании (в наибольшей степени это проявляется у лисицы) незначительно изменяются просветы гаверсовых каналов, что является косвенным показателем структурной и функциональной стабильности кровообращения в компакте и слабо выраженных ее перестроек. Если принять во внимание микроангиографические данные о взаимосвязи между состоянием внутрикостного кровообращения и

биомеханической прочностью скелета [И.С. Амосов, А.А. Свешников, 1975], то можно сделать заключение, что в условиях гипокинезии адаптация кости как органа неизбежно сопровождается изменением внутрикостного кровообращения за счет преобладания венозного полнокровия, что может быть одной из причин развития остеопороза [М. Brukes, 1960, И.С. Амосов, Н.А. Слесаренко, 1985]. Ранним и существенным признаком перестройки губчатой кости под влиянием гипокинезии является утолщение костных балок в зонах основной нагрузки и изменение их векторной ориентации. Если у молодых (6-12 мес.) животных костные трабекулы имеют равномерную толщину и в каждом эпифизе – определенную пространственную ориентировку, соответствующую направлению сил, действующих со стороны смежного костного звена, то в более зрелом возрасте (3 года у соболя, 1,5 года у норки и лисицы), при клеточном режиме содержания в эпифизах костей происходит резорбция значительного числа балок при одновременном расширении межбалочных пространств. Наблюдаемый при этом прирост массы компакты в соседних метадиафизарных отделах можно рассматривать как проявление компенсаторного характера. Подобная же тенденция наблюдается и у диких животных, но выражена в меньшей степени и далее с возрастом не прогрессирует. Напротив, у зверей, содержащихся в клетках такого типа перестройки продолжаются.

В губчатом веществе эпифизов происходит прогрессирующая резорбция костных балок, вследствие чего образуются пространства, регистрирующиеся на рентгенограммах в виде кистообразных полостей. Наряду с этим в спонгиозе отчетливо выявляются очаги уплотнения, что создает зоны неоднородной плотности или мозаичного чередования костной резорбции с зонами остеосклероза. Кроме того, на поверхности балочных структур как и в устьевых отделах сосудистых каналов компакты появляются мощные эрозионные лакуны, что может свидетельствовать об активизации процессов остеоцитарной резорбции. В ультраструктуре кости отмечается потеря упорядоченности фибриллярной организации матрицы и вариабельность по размерам кристаллических образований, что является одной из причин снижения способности органической составляющей служить деконцентратором напряжений в минеральной компоненте. Можно видеть, таким образом, что ограничение двигательной активности зверей режимом клеточного содержания влечет за собой перестройку наиболее нагруженных структур костей. Сначала (до года) она затрагивает лишь количественную сторону процессов ремоделирования и не имеет признаков выраженной деструкции. Более длительное (свыше 3-х лет) ограничение подвижности вызывает в трубчатых костях очаговую резорбцию спонгиозы и частичную деструкцию балок; развивается остеопороз и остеосклероз. Эти явления, хотя и прогрессируют с возрастом, тем не менее протекают на фоне компенсаторных изменений, утолщаются отдельные сохраняющиеся костные балки, появляются новые укрепляющиеся костные пластинки. С учетом существующих представлений о приспособительной перестройки кости [I.W.

Pugh, 1973; И.В. Кнетс и соавт., 1980] можно допустить, что образование новых трабекул – одно из выражений способа стресс-адаптации структуры к измененным биомеханическим условиям двигательного поведения животных в условиях их клеточного режима содержания. Описанный симптомокомплекс дополняется существенным снижением механических свойств кости (предела прочности, модуля упругости, относительной продольной деформации) и усилением топографической гетерогенности денситометрических характеристик эпифизов кости.

Как известно, костная ткань – нелинейный вязко-упругий композитный материал [Г.О. Пфафрод и соавт., 1975], в котором низкомолекулярный коллаген как бы инкрустирован высокомолекулярным апатитом. Механические характеристики кости изменяются в связи с возрастом, зависят от особенностей динамики и режима содержания, кормления животных и т.д. Если о влиянии возрастного, алиментарного факторов и условий содержания на морфологию скелета и его сосудистого русла у сельскохозяйственных животных имеются сообщения в специальной литературе [И.В. Хрусталева, 1979, 1984; Х.Б. Баймишев, 1984; В.К. Васильев, 1984; Б.В. Криштофорова, 1984; Л.Г. Харченко, 1984; Д.А. Черепяхин, 1984; М. Мелизи, 1985], то вопросы влияния биодинамического состояния на морфогенетические процессы формирования скелетной системы и ее становления у пушных зверей требуют дальнейшей разработки, так как частно исследования в этой области носят фрагментарный и в основном описательный характер. В связи с этим нами проведен сравнительный анализ роста и развития скелетной основы тела у животных одного и того же таксономического ранга из природных популяций и клеточного содержания. Так, у особей из естественных биоценозов развитие костной системы происходит путем прироста ее массы и увеличения макро- и микромеханических характеристик пропорционально росту и физическому развитию организма. Следует учесть при этом, что в период своего роста дикие звери получают большие возможности для активной подвижности, что накладывает отпечаток на характер формирования структур скелета: в нем образуются более грацильные, чем у молодых животных клеточного содержания, конструкции, но с меньшими показателями прочностных свойств. Увеличение цифровых значений предела прочности и модуля упругости у молодых животных, разводимых в клетках, мы склонны объяснять большим приростом массы скелета в первые месяцы их жизни в связи с оптимальными условиями жизнедеятельности (полноценным рационом). Что касается динамического состояния животных, то здесь следует отметить, что молодые клеточные звери проявляют ограниченную подвижность, ростовые процессы реализуются программой, заложенной в генетической основе вида без существенного влияния экологических факторов, в то время как у молодых диких особей имеются большие возможности для осуществления активных локомоций. То есть в период роста в скелете зверей клеточного содержания, испытывающем значительную статическую нагрузку, как бы создается запас

прочности конструкции, который является структурной подготовкой к переходу животных к активному образу жизни. Но, поскольку на последующих этапах онтогенеза звери, разводимые в клетках, пребывают в условиях ограниченной подвижности, этот структурный аванс, не нашедший функционального подкрепления, остается не только не реализованным, но и приобретает не совсем обычную перестройку. В чем же они выражаются? Прежде всего, у половозрелых зверей заметно снижаются прочностные характеристики кости, кости по сравнению с дикими особями аналогичного возраста. Ухудшение механических свойств, несомненно, коррелирует с микроархитектоникой кристаллической фазы минерального компонента. Если у клеточных зверей в ней сохраняется полиморфизм кристаллов и образование их гигантских агломератов, то у особей из естественных биоценозов кристаллическая фаза представлена преимущественно мелкозернистыми формами с закругленными краями, что является, на наш взгляд, компенсаторным адаптационным приспособлением костной ткани, связанным с возможностью одномоментного выдерживания большой нагрузки на кость при ее более низких прочностных характеристиках. В то же время такая вариабельность кристаллической фазы по размерам структур у клеточных зверей создает неоднородность напряженного состояния компактной костной ткани диафиза по его сечению и является источником ее микродеформирования. Вероятно, инерция в обменных процессах у половозрелых клеточных зверей приводит к возрастанию прочности их скелетных звеньев. Наши данные согласуются с представлениями о том, что плотные бессосудистые участки тканей оказываются более прочными, чем хорошо васкуляризованные [А.П. Сорокин, 1973]. Компактная костная ткань приспособляется к изменениям биомеханической нагрузки за счет сильно выраженной гетерогенности распределения по зонам сечения микромеханических характеристик, что обеспечивает эффект ее реологической адаптации в условиях физиологического нагружения.

У животных, разводимых в клетках, одновременно со снижением показателей микротвердости наблюдается увеличение массивности компакты по окружности диафизарной трубки. Это явление следует рассматривать как компенсаторную приспособительную реакцию кости в ответ на снижение биомеханической нагрузки. У зверей из природных популяций также как и клеточных животных, проявляется гетерогенность микромеханических свойств по сечению диафизарной трубки. Однако пропорционально возрастанию показателей микротвердости по окружности костного диафиза увеличивается и масса компакты, что выступает в роли дополняющего компонента в обеспечении высокого биомеханического совершенства костной ткани как композитного материала. С возрастом зверей, независимо от условий их обитания, разводимых в клетках, снижаются показатели предельной деформации разрушения, в то время как у диких особей возрастание денситометрических характеристик сопровождается увеличением значений предельной деформации разрушения. Из этого

следует, что в условиях гипокинезии кость в значительной степени теряет способность к пластическому деформированию. Этому благоприятствует присутствие в минеральной компоненте полиморфных по размеру кристаллов гидроксиапатита, а также гигантских конгломератов минерального вещества весьма инертных в функциональном отношении, играющих роль концентраторов напряжений и являющихся источником микродеформирования кристаллических структур. Наши данные в этом направлении вносят некоторую ясность в гипотезу о механическом поведении компактной костной ткани в процессе ее деформирования [У.Э. Крауя и соавт., 1979].

Показано, что морфогенетические процессы формирования костной системы также связаны с условиями биодинамики животных: у диких растущих зверей рост кости сопровождается активным адаптивным моделированием ее структур, у клеточных зверей ведущим в морфогенезе скелета является прирост его массы. Подобная тенденция сохраняется и у взрослых животных. Результаты гистологического и электронно-гистологического исследования с очевидностью свидетельствуют о том, что у половозрелых растущих животных, находящихся в условиях гипокинезии, замедляются темпы формирования скелета и по своему структурному оформлению он заметно уступает особям из природных популяций такого же возраста. Это выражается, в частности, в потере относительной массы в результате угасания и нарушения процессов адаптивного ремоделирования ее структур, связанных с ростом. Угасание в скелете остеопластического процесса в связи с торможением адаптивных перестроек подтверждается также тем фактом, что при отставании прироста массы компакты в бедренной кости увеличивается просвет медуллярного канала, вследствие чего даже несколько возрастает соотношение внутреннего и наружного диаметра диафизарной трубки, но существенно уменьшается количество остеонов, ослабляется структура гаверсовых систем. Иначе говоря, рост кости при клеточном содержании сопровождается значительным увеличением ее массы, тогда как у диких подвижных форм в морфогенезе скелета ведущим выступает адаптивное моделирование при умеренном минеральном насыщении структур кости. Одной из причин столь выраженной перестройки остеонных структур, несомненно, является изменение внутрикостного кровообращения, о чем свидетельствует расширение просвета гаверсовых каналов при незначительном поперечнике самих остеонов и появлении большого количества перфорационных сосудистых каналов в компактном веществе костей. Если принять во внимание микроангиографические данные о взаимосвязи между биомеханической прочностью кости и состоянием внутрикостного кровообращения [А.А. Свешников, И.С. Амосов, 1975], то можно сделать заключение, что адаптация кости как органа к условиям гипокинезии неизбежно сопровождается изменением внутрикостного кровообращения за счет преобладания венозного полнокровия, так как именно гипоксический эффект, как известно, и вызывает остеопоротическое

разволокнение костной ткани [М. Brookes, 1960, И.С. Амосов, В.П. Мардынская, 1982].

В результате анализа структурного состояния компактной кости у пушных зверей различных семейств выявлены как общие закономерности морфоадаптивных преобразований костной ткани с учетом влияния фактора биодинамики животных, о которых говорилось выше, так и видовые органоспецифические особенности и в ее структурной организации, обусловленные экологией животных. Так, у зверей с ограниченными адаптивными возможностями (соболь, норка) в наибольшей степени выражено влияние физической активности как основного фактора, определяющего не столько ростовые характеристики в скелете, сколько процессы адаптивного ремоделирования его архитектоники. У широкоадаптированных видов (лисица) в результате снижения формирующей роли силового фактора при содержании зверей в клетках, прирост массы кости несколько опережает структурное моделирование, которое по ряду признаков не достигает уровня, регистрируемого у диких особей.

При изучении кости как органа мы не могли не затронуть вопрос об адаптивных свойствах его тканевых компонентов и прежде всего суставного хряща, играющего очень важную роль в биомеханике всего опорно-двигательного аппарата. Пластичность структур суставного хрящевого покрова в различных условиях статодинамической нагрузки на суставы нами изучены при сопоставлении материалов, взятых от диких животных и животных клеточного содержания. Структурно-функциональные взаимоотношения суставного хряща с другими компонентами и особенности его становления в онтогенезе свидетельствуют о наличии в этом образовании своих особых источников и механизмов питания, роста и физиологического поддержания целостности, принципиально отличных от гиалинового хряща других локализаций. Суставной хрящ при его сравнительно ограниченном представительстве в организме, является весьма пластичной структурой, отвечающей определенными адаптациями к условиям статодинамической нагрузки в суставах. Изучение суставного хряща с учетом этого обстоятельства у животных, находящихся в различных режимах двигательной активности, позволило нам с привлечением доступных литературных данных более полно раскрыть его биологические свойства, закономерности морфогенеза и на это основе глубже понять адаптивную пластичность суставов.

При сравнении данных, имеющихся в литературе о суставном хряще человека и домашних животных, с полученными нами на представителях пушных зверей, выявлена его идентичность по принципу устройства. Но именно общие черты строения суставного хряща, на наш взгляд, выделяют его в ранг структуры, имеющей свои особые закономерности становления, трофики, роста и самообновления. Остановимся на них более подробно. Дифференцировка суставного хряща, от небольшого очажка, появившегося в центре хрящевого эпифиза, энхондральный процесс постоянно

распространяется на всю его массу. Не замещается костью только узкая полоска хрящевой закладки, граничащая с синовиальной полостью сустава. Синовиальная среда сустава (с содержащейся в ней гиалуроной кислотой) и является тем фактором, который ограничивает распространение энхондрального процесса на краевую зону хрящевого эпифиза, из которой и дифференцируется дефинитивный суставной хрящ. Как явствует из результатов ряда исследований [М. Дружинин, 1889], достаточно произведется вычленение сустава и удалить весь синовиальный покров, чтобы суставной хрящ прекратил свое существование: он просто замещается костью.

Структурная зональность суставного хряща, определяется в процессе его дифференцировки из краевой зоны хрящевого эпифиза. С момента, когда у этой зоны прекращается действие энхондрального процесса, по всей нижней поверхности оставшейся гиалиновой полоски (бывшему фронту замещения), деятельность остеобластов формирует костная пластинка; с суставным хрящом она образует функциональное целое. В этот период суставной хрящ сохраняет исходную структуру, почти не отличающуюся от структуры бывшего хрящевого эпифиза. Однако новое костное дополнение создает для покоящегося на нем хряща не совсем обычные условия. Субхондральная кость включает в себе множественные капиллярные терминалы, которыми непосредственно вблизи хряща образуется васкулярная зона [П.М. Мажуга, 1961, 1964, 1966]. В то же время с противоположной поверхности на хрящ действует аваскулярная среда – синовия. Для клеток, находящихся на различной глубине в отдифференцировавшемся хряще, создаются таким образом неравноценные условия питания и доступа кислорода, что в каждом случае сказывается определенным образом на их метаболизме [A.S. Basset, 1862]. Адаптация хондроцитов к новым условиям проявляется их настройкой к синтезу специфических продуктов, что приводит, в частности, к зональному распределению в толще хряща циклического аденозинмонофосфата (цАМФ), циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ) и накоплению в глубокой зоне особико протеина 35 К [С. Nadhazy et al., 1983]. Достоверно установлено, что эти продукты определяют функциональное состояние хондроцитов, регулируют их пролиферативную и биосинтетическую активность. Глобулярный белок 35к отличается от других, уже известных протеинов, связывающих кальций, избирательным осаждением гидроксиапатита. За счет его присутствия в глубокой зоне концентрируются кристаллы этого минерала, ограничивающие влияние васкулярного фактора и распространение на глубокую зону энхондрального процесса. Поскольку метаболическая ситуация вблизи зоны кальцификации благоприятствует накоплению цГМФ, стимулирующего репродукцию клеток здесь и образуется область пролиферирующих хондроцитов, формирующих многочисленные изогенные группы. Клетки средней зоны, таким образом, находятся в наиболее благоприятных условиях трофики, что доказано высоким уровнем их дифференцировки и метаболической активности [D. Dziewatkowski, 1954; G. Godman, K. Porter,

1960; П.М. Мажуга, В.В. Черкасов, 1971; S. Kincaid et al., 1972]. Это регистрируется, в частности, по состоянию внутриклеточного аппарата биосинтеза, по активности нуклеинового, белкового и гликозаминогликанового обменов, цитохимическими критериями оценки отдельных ферментных систем. В связи с этим пролиферация хондроцитов сопровождается здесь переходом их к биосинтезу компонентов межклеточного вещества, выработка которых на экспорт прогрессирует ближе к поверхностной зоне. Регулирующим фактором такой настройки хондроцитов является поддержание здесь определенной концентрации цАМФ, отличающегося свойством ингибирования репродукции клеток и стимулирования в них биосинтетических процессов [С. Hadhazy et al., 1983]. Переход клеток к интенсивному биосинтезу сопровождается отложением матрикса и постоянным территориальным разобщением хондроцитов из изогенных групп и последовательному формированию архитектоники, свойственной поверхностной зоне, в которой хрящевые клетки рассредоточены поодиночке. Непосредственно у суставной поверхности хондроциты деградируют и подвергаются деструкции, поэтому, на наш взгляд, нет оснований считать синовиальную жидкость главным источником питания суставного хряща. В течение всей жизни он сохраняет теснейшую структурную и трофическую связь с субхондральной костной пластиной и только в таком состоянии остается жизнеспособным. При определении путей поступления питательных веществ в суставной хрящ мышечков бедра по показателю диффузии радиоактивного водорода [К. Ogata et al., 1978]. Оказывается, что накопление водорода в субхондральной кости начинается раньше, чем в суставном хряще; степень накопления его в хряще значительно уступает таковой в кости. С суставной поверхности меченный водород «смывается» и уходит. На основании ряда исследований и собственных данных можно заключить, что в каждой из структурных зон суставного хряща преобладает свой собственный механизм роста: в глубокой зоне - гидратация хондроцитов [П.М. Мажуга, 1980] и межклеточное отложение минерального вещества; в средней зоне - пролиферация клеток, в поверхностной - накопление гиалинового матрикса.

Распределение суставного хряща по толщине и соотносительное развитие его структурных зон, по площади суставной поверхности масса суставного хряща, толщина его отдельных зон распределена, как правило, неравномерно. Как известно, условия опорно-локомоторной нагрузки сочленяющихся костных звеньев в суставе определяется в конечном счете их внешнюю конфигурацию, массивность и особенности суставного рельефа. Однако такая общая формулировка не позволяет определить конкретные факторы, влияющие на состояние суставного хряща. Проявляющуюся здесь закономерность можно раскрыть на основании результатов, полученных в эксперименте [van Kampen, I.P. Veldhuijzen, 1983]. Оказывается, если агрегаты дифференцированных хондроцитов в культурах высокой плотности подвергать прерывистому воздействию высоким давлением (120 мбар, 0,3

герц) в течение 24 часов, то в них заметно стимулируется выработка матрикса с приростом массы культуры. Хондроциты при этом интенсивнее ассимилируют радиактивный сульфат для синтеза хондроитинсульфата. В экспериментах на культурах хряща *in vitro* и его эксплантатах *in vivo* доказано влияние фактора компрессии на функциональную активность хондроцитов и связанную с этим массивность хрящевого покрова. При всей кажущейся индифферентности хрящ способен к адаптивным перестройкам, сохраняющимся в течение всей жизни индивидуума. Именно такого характера перестройками мы склонны объяснять различия в толщине и соотносительном развитии слоев в суставном хряще медиального и латерального отделов бедро-берцового сочленения, у животных одного и того же таксономического ранга, но находящихся в условиях различной подвижности. В силу статодинамических особенностей в бедро-берцовом суставе суставной хрящ в его латеральном отделе испытывает меньшую нагрузку, но более интенсивное трение, чем в медиальном [Г.С. Абельянц, 1951; П.М. Мажуга, 1955, 1956]. Нетрудно понять, что подобные различия в биодинамических условиях должны вызвать ответную повышенную пролиферацию хондроцитов в латеральном отделе, как и усиленную кальцификацию в медиальном, что морфологически и проявилось в различиях толщины соответствующих зон хряща. Наиболее стабильной по толщине остается поверхностная зона, которая находится в условиях постоянного взаимодействия с синовиальной средой сустава, отличающейся высокими свойствами гомеостаза. Что же касается массивности хрящевого покрова у клеточных зверей, находящихся в условиях ограниченной двигательной активности, то здесь обращает на себя внимание утолщение суставного хряща в латеральном отделе сустава, по сравнению с медиальным. Это различие соответствует более широкая в латеральном мышечке средняя зона хряща, тогда как размеры глубокой и поверхностной зон сохраняют относительную стабильность.

При анализе упомянутых особенностей в строении суставного хряща необходимо прежде всего учитывать то обстоятельство, что в условиях клеточного содержания животные в течение всей жизни оказываются лишенными нормальной физической активности. У таких весьма подвижных по своей природе зверей как соболь, норка, лисица искусственное ограничение биодинамики не может не сказываться на состоянии многих систем организма, в том числе и на состоянии костно-суставного аппарата. Повторяющиеся изо дня в день ограничение функции неизбежно проявляется в структурах, имеющих к ним прямое отношение, ибо любой функциональный сдвиг в конечном счете детерминирован структурно. И если в процессе адаптивной эволюции вида в латеральном отделе бедро-берцового сочленения преобладающее стирание суставного хряща компенсируется повышенной пролиферацией хондроцитов, то в условиях искусственной гипокинезии хрящевой покров в этом отделе сказывается более толстым, причем за счет преимущественно зоны пролиферирующих клеток. Более

широкой в абсолютных величинах оказывается также поверхностная зона хряща, не несущая в необычных условиях потерь на изнашивание в такой мере, в какой оно происходит в естественных условиях. Соответственно несколько повышенной пролиферацией хондроцитов и более широкой в латеральном отделе (а абсолютных промерах) оказывается глубокая зона суставного хряща. Особенно хотелось упомянуть о кальцифицированной (глубокой) зоне, которая хотя и является частью общей массы суставного хряща и вкладывается в общую закономерность, тем не менее имеет некоторые особенности. К ним относятся прежде всего извилистая граница соединения кальцифицированного хряща с субхондральной костью и четко выступающими границами между глубокой и средней его зонами. Мы полагаем, что извилистый контур суставного хряща с субхондральной костью, создающий некоторую вариабельность в толщине кальцифицированной зоны, является фактически отражением финального этапа энхондрального процесса. При этом клубочковые терминалы по фронту замещения заходят в массу резорбирующего хряща в отдельных точках на различную глубину. Формирующаяся замыкательная костная пластинка приобретает при этом холмистый рельеф, который на вертикальных срезах хряща образует извилистую линию. Что же касается границы между кальцифицированной зоной самого хряща и его зоной пролиферации, то ее пытались оценивать как отдельную самостоятельную структуру, наделенную всеми свойствами клеточных мембран [Д.Р. Гонгадзе, 1972, 1978], но дальнейшие исследования с использованием световой, электронной микроскопии с микрорадиографией [S. Havelka, 1983; R.A. Stocwell, 1967, 1983] и наши данные [Н.А. Слесаренко, 1985, 1986] еще раз подтвердили, что в данном случае имеет место разделительная поверхность, а не мембрана. Подобный внутритканевой раздел всегда возникает между кальцифицированной и некальцифицированной зонами в различных видах хрящевой ткани независимо от ее топографии в организме.

В заключении можно сказать, что при клеточном содержании пушных зверей условия длительной гипокинезии сказываются также на структурном состоянии суставного хряща. Происходящие при этом изменения в динамическом режиме работы сустава проявляются рядом отклонений в распределении в нем хрящевого покрова, затрагивающие клеточные и тканевые уровни адаптации. Насколько такие перестройки устойчивы или обратимы, сказать сейчас трудно. Однако, учитывая причины, их породившие, можно предположить, что подобные изменения в условиях клеточного содержания пушных зверей будут закономерно повторяться. Следовательно, изменения в состоянии организма всегда сопровождаются перестройкам в структурах костей, поскольку скелет образует не только основу тела, но и теснейшим образом связан с общим метаболизмом организма. В расчете на регистрацию в структурном состоянии скелета определенных корреляций, делались даже попытки использовать эти признаки для определения пола и возраста у человека и животных [L.G.

Detenbeck, I. Jowsey, 1969; P. Rother et al., 1977; P. Fiala, 1978; H. Gerny, 1980]. На состояние структур скелета, естественно, не могут не сказаться условия содержания и двигательной активности животных. Такие факторы всегда влияют на общее развитие организма. Даже чисто механические нагрузки способны вызвать определенные структурные и метаболические реакции в биологических системах. Это в частности было показано в опытах на изолированных агрегатах гиалинового хряща [van Kampen, I. Veldhuiyzen, 1883] и в опытах по изучению влияния физических упражнений и иммобилизации суставов на обмен протеогликанов в них [H. Helminen, 1983]. В наших исследованиях внимание было сосредоточено на изменениях в структурах скелета у пушных зверей в условиях специализированных хозяйства в течение всего периода постнатального онтогенеза, которые можно сравнить с условиями длительной гипокинезии. Нами выявлен синдром перестройки формы, контуров, структуры скелетных звеньев, являющийся следствием влияния на организм условий гипокинезии. Наиболее ранним и существенным дифференциально-диагностическим симптомом перестройки костной структуры при этом является утолщение костных балок в зонах основной нагрузки и изменение их трабекулярной ориентации, то есть регистрация перестроек, которые выходят за пределы границ, определяющих возрастную норму. Они проявляются в мозаичном чередовании зон костной резорбции с зонами остеосклеротического уплотнения и появлении на поверхности балочных структур и в устьевых отделах сосудистых каналов компакты мощных эрозионных лакун – свидетелей интенсивно протекающих резорбтивных процессов. Все это приводит к проявлению в костях симптомов физиологического остеопороза и, соответственно, к снижению темпов формирования скелета и гипостозу.

Полученные результаты представляют интерес в аспекте более широкой проблемы, так как в настоящее время широко дискутируются вопросы о возможных последствиях гипокинезии у человека, в связи с уменьшением или изменениями характера физических нагрузок во многих видах профессиональной деятельности [Е.А. Коваленко, Н.Н. Гуровский, 1980], другой аспект проблемы направлен на понимание механизмов изменений костной ткани человека, в связи со снижением опорно-механической нагрузки на опорно-двигательный аппарат в космических полетах [Г.П. Ступаков и соавт., 1983; Whedon, 1984]. В исследованиях, моделирующих эту ситуацию на земле (постельный режим у добровольцев или вынужденный - у больных в больнице), полученные результаты, по общей картине очень сходны с нашими данными. На основе гистоморфометрического исследования биоптатов ткани гребешка подвздошной кости у больных, длительное время находящихся на постельном режиме в связи с повреждением спинного мозга, отмечалась тенденция к самоорганизации иммобилизационного остеопороза (примерно через 25 недель) и установлению нового устойчивого состояния, характеризующегося меньшим приростом кости в единицу времени [P. Minaire et al., 1974]. У животных в условиях космического полета обнаружено

замедление остеогенеза [Э. Холтон и соавт., 1979], признаки усиления остеоцитарной резорбции – перилакунарный остеолиз [В.С. Ягодовский и соавт., 1977] и снижение механической прочности костей конечностей [Г.П. Ступаков, В.В. Королев, 1979]. Однако, изменения структуры костей и, особенно, характера центральной регуляции их физиологической перестройки далеко не однозначны при моделировании эффектов космического полета гипокинезией (клеточное содержание) и гиподинамией (модель вывешивания). Последняя более близка по своим эффектам к невесомости [R. Globus et al., 1986].

Каковы возможные механизмы остеопороза, возникающего в условиях гипокинезии? Этот вопрос имеет более широкое значение, если учесть актуальность в настоящее время проблемы гипокинезии в общем плане разгрузки опорно-двигательного аппарата человека при некоторых видах профессиональной деятельности [Е.А. Коваленко, Н.Н. Гуровский, 1980; О.Г. Газенко, 1981]. Анализ этого вопроса показывает, что иммобилизационный остеопороз может быть следствием комбинации факторов, которая включает механизмы системной регуляции гомеостаза и локальные факторы [С. Cann, Н. Genart, 1980; В.С. Оганов, 1983]. Результаты наших исследований в свете представлений о векторном характере механического стимула [F. Albricht et al., 1941; S.G. Steinemann et al., 1984] могут свидетельствовать о ведущей роли локальных механизмов регуляции в картине перестройки структуры кости и костной динамики при гипокинезии. В качестве таковых может выступать совокупность обнаруженных минорных белков и ростовых факторов [I.D. Termine, 1983; S. Mohan et al., 1984], взаимодействие которых с системными регуляторами еще не до конца ясны [L.G. Raisz, 1982]. Результаты настоящего исследования дают основание для более детального изучения вопроса о связи адаптивных перестроек в кости с характером изменения механического стимула [G.D. Whedon, 1984], а именно: в одном случае (гипокинезия) – отсутствие динамических нагрузок при сохранении опоры и в другом (гиподинамия, невесомость) – отсутствие опорно-механической нагрузки. Силовая нагрузка мышц при сохранении их физической активности. В целом обнаруженные изменения костной динамики согласуются с наблюдениями [P. Minaire et al., 1974; I. Foldes et al., 1986], свидетельствующими о снижении скорости гистогенеза, переключении его на более низкий уровень, адекватный уменьшению объема двигательной активности.

Вместе с тем результаты работы позволяют говорить о существенной роли механизмов в развитии наблюдаемых изменений - механизмов, общих не только для регуляции гомеостаза кальция и состоянии костной ткани как депо минералов, но и для регуляции метаболизма основного вещества костной ткани. В подтверждение этого укажем, что, согласно результатам проведенного исследования, гипокинезия вызывает изменения не только в скелете, но и других, общих по эмбриональной закладке тканях организма, производных мезодермы, например в коже. Известны данные об общих типах

коллагена, составляющих основное вещество кости и дермы [А.М. Чернух, Е.П. Фролов, 1982]. У животных, с отклонениями в развитии скелета в глубоких слоях кожи в непосредственной топографической близости к зоне залегания корней волос выявлены обширные участки разрежения волокнистых конструкций дермы. Кроме того, у таких особей уменьшается густота волосяного покрова, в кутикулярном слое волос нередко наблюдается наличие межчешуйчатых дефектов, что может способствовать отлому волос появлению одного из распространенных прижизненных пороков волосяного покрова – его сечености. Результаты работы позволяют заключить, что структура скелета может служить одним из важнейших показателей, отражающих состояние организма в целом и кожного покрова, в частности. С учетом этого обстоятельства разработанные и апробированные в настоящем исследовании методы прижизненной диагностики и критерии состояния скелета могут служить тестами в оценке товарных качеств пушно-мехового сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании использования комплекса современных методов макро- и микроморфологии, рентгенографии и биомеханики получены объективные данные об общебиологических закономерностях роста, развития, структурной организации длинных трубчатых костей и адаптивных перестроек в них у пушных зверей при различной динамической активности животных. Показано, что естественная двигательная активность животных из природных популяций индуцирует оптимальный уровень физиологической перестройки костной ткани, что обеспечивает прогрессивный и гармоничный рост их скелета в онтогенезе. Возрастные изменения в структурном состоянии скелетных звеньев при этом показывают, что наиболее существенные признаки приспособления скелета в соответствии с его ростом и распределение морфогенетических факторов, с участием которых формируется каждое звено, наблюдается у молодых (до года) животных. В развитии признаков морфофункциональной перестройки кости следует выделить кульминационный период степени выраженности структурных изменений (2-4 года) и постепенное сглаживание этих признаков с возрастом.

Установлено, что условия биодинамики оказывают существенное влияние на структурное состояние скелета, его механические, денситометрические характеристики. Получены доказательства в пользу того, что ограниченная физическая (двигательная) активность является одним из ведущих факторов, определяющих не столько показатели роста скелетных звеньев, сколько масштаб и уровень физиологической (адаптивной) перестройки костной ткани. В период раннего онтогенеза (пре- и постнатального), когда действие гипокинезии на организм проявляется крайне ограниченно, развитие скелета у зверей при клеточном содержании происходит без видимых отклонений, но они всегда появляются и прогрессивно нарастают, особенно при вступлении животных в возраст их наивысшей в естественных условиях двигательной активности. В связи с этим

у половозрелых (2-4) животных, разводимых в клетках, в связи со снижением формирующей роли силового фактора прирост массы кости опережает ее структурное моделирование, которое по своим признакам вообще не достигает уровня, регистрируемого у диких особей. Другими словами, при клеточном содержании пушных зверей режим ограниченной биодинамики, по-видимому, сопровождающийся подавлением многих поведенческих реакций, снимает действие функционального фактора на формирование внутренней архитектоники кости как в период ее роста и развития, так и в последующие периоды онтогенеза. В связи с отсутствием необходимой для нормального развития особи «дозы» двигательной активности и физической резвости - обязательного элемента ее биологии – в скелете зверей клеточного режима содержания замедляются ростовые процессы и адаптивные перестройки из-за нарушения гармоничного сочетания в развивающейся кости эндостальной резорбции и аппозиционного прироста, что приводит в конечном счете к потере костью относительной массы, то есть остеопорозу и торможению остеогенеза.

Можно полагать, что замедление костной динамики и изменение структурного адаптиогенеза в скелете обусловлены не только отсутствием побуждающей причины вследствие гипокинезии, но и торможением реализации соответствующей наследственной программы морфогенеза. Это положение подтверждается также данными о связи обнаруженных изменений с выявленными видовыми особенностями в макроархитектонике и структурной организации костей у представителей пушных зверей различных семейств (*Mustelidae* и *Canidae*), обусловленными влиянием экологического фактора. Показано, что структурные перестройки в скелетных звеньях в большей степени выражены у зверей с ограниченными возможностями адаптации (соболь, норка), тип локомоции которых в условиях клеточного содержания радикально отличается от такового у диких форм, и в меньшей степени они проявляются в скелете у широкоадаптированных биологических видов (серебристо-черная лисица), локомоция которых не претерпевает существенных модификаций. Следствием торможения адаптивного моделирования структуры кости является ухудшение ее механических свойств и усиление топографической неоднородности денситометрических характеристик. По-видимому, при отсутствии формирующей роли динамического фактора тканевые структуры не могут закрепить в себе уже подготовленные механические конструкции, что приводит к ошутимому снижению механической прочности кости. Учитывая положение, что минеральный компонент является носителем приспособительной перестройки, логично предположить, что одним из адаптационных механизмов приспособления кости к ограниченным условиям биодинамики является резерв прочности компактной костной ткани, создающийся за счет перераспределения по ее зонам минеральных веществ.

Наряду с этим показано, что последствия гипокинезии носят системный характер, затрагивают клеточный и тканевой уровни адаптации и

сопровождаются не только структурными перестройками скелета, но и других производных соединительной ткани и, в частности, кожного покрова. Следует ли расценивать описанный выше «гипокинетический» симпомтокомплекс как далеко зашедшее отклонение от нормы? Более правильно рассматривать его в плане структурно-функциональных адаптаций к конкретным условиям обитания. В складывающемся взаимодействии между организмом и условиями его обитания могут происходить фенотипические отклонения в реализации наследственной программы вида, особи но далеко не всегда они являются отрицательными. В условиях зверохозяйств стабилизионный режим содержания формирует своеобразный биологический стереотип организма, являющийся по своей природе адаптацией, закрепляющейся в структурах, включая структуры скелета. Однако с точки зрения технологии пушного звероводства эти явления следует рассматривать как отрицательные, заметно снижающие экономическую эффективность в этой отрасли. В связи с этим дальнейшие научные разработки в пушном звероводстве следует направить на создание обоснованных, более рациональных режимов содержания зверей с целью оптимального поддержания их биологических свойств. Этому могут способствовать разработанные методы диагностики структурно-функционального состояния скелета.

Таким образом, у пушных зверей различных семейств (*Mustelidae* и *Canidae*) в связи с особенностями их экологии (образ жизни, характер локомоции, широта ареала распространения) обнаружены видовые различия в росте, развитии, структурной организации и в характере адаптивных перестроек длинных трубчатых костей. Экспериментально доказано, что естественная двигательная активность животных из природных биоценозов обуславливает оптимальный уровень физиологической перестройки кости, а именно сбалансированное сочетание макро- и микроструктуры с характеристиками минеральной насыщенности и рентгеноплотности, что обеспечивает прогрессивный и гармоничный рост и развитие скелета в онтогенезе. Активная физиологическая перестройка костей у животных из природных биоценозов обеспечивает им более широкие возможности адаптации к изменениям условий среды обитания с различными биомеханическими требованиями, в том числе за счет таких характеристик как гетерогенность микромеханических свойств по сечению диафиза трубчатых костей и анизотропии плотности композиции.

Наиболее существенные признаки ростовой структурной адаптации отдельных звеньев скелета и распределение связанных с этим морфогенетических факторов формируются уже у молодых (до года) животных. Кульминационный период динамики морфофункциональной перестройки кости приходится на возраст 2-4 года. Общая толщина хрящевого покрова у животных из природных биоценозов и его распределение по площади сочленовой поверхности в суставах с большой подвижностью, соотношение структурных зон по его глубине в процессе роста определяются условиями статодинамической нагрузки, испытываемой

разными отделами сочленения. Биомеханические особенности условий клеточного режима содержания животных (резкое уменьшение динамической активности при сохранении статических опорно-механических нагрузок) вызывают существенную перестройку костной динамики, которая имеет различные проявления в те или иные периоды постнатального онтогенеза.

В ювенильный (до года) период у животных клеточного содержания наблюдается более интенсивный рост скелетных звеньев, что выражается увеличением морфометрических показателей длинных трубчатых костей, массы компакты, ее плотности, механических характеристик и их специфическом распределении по сечению диафизарной трубки по сравнению с их сверстниками того же таксономического ранга из природных биоценозов. У половозрелых (2-4 года) животных клеточного содержания в скелете установлена совокупность изменений, обусловленных дефицитом динамических нагрузок и указывающая на снижение ее адаптивных возможностей: появление массивных макроморфологических признаков, сглаживание гетерогенности микромеханических свойств, менее регулярная анизотропия плотности композиции, вариабельность по размерам кристаллических структур минеральной компоненты костного вещества. В морфогенезе костной ткани при этом преобладает прирост ее массы над физиологической перестройкой, а в развитии сусавного хряща – процессы усиленной кальцификации хондроцитов. В условиях клеточного содержания в скелете животных развивается гипокинетический синдром, который проявляется перестройкой макро- и микроархитектоники скелетных звеньев, мозаичным чередованием в спонгиозе зон костной резорбции с зонами остеосклероза, появлением на поверхности балочных структур и в устьевых сосудистых каналах компакты мощных эрозийных лакун, истончением кортикального слоя костей, затуханием адаптивного моделирования структур кости, прогрессированием остеопороза и снижением темпов формирования скелета.

При гипокинезии в суставном хряще происходят изменения, затрагивающие клеточный и тканевой уровни адаптации, которые выражаются, главным образом, перераспределением участков различной толщины хрящевого покрова по поверхности сочленения и новым соотношением степени развитости различных структурных зон хряща. Свойственная особям из природных биоценозов взаимосвязь между костной плотностью, структурной организацией минерального компонента костной ткани и ее механическими свойствами в условиях гипокинезии видоизменяется и выражается распространением остеосклеротических зон повышенной плотности на диафиз кости, появлением полиморфных и вариабельных кристаллических структур, что является у клеточных зверей одной из причин неоднородности напряженного состояния костной ткани и ухудшения ее механических характеристик. У животных при клеточном содержании обнаружены значительные изменения строения кожного покрова,

что рассматривается как свидетельство системного характера эффектов гипокинезии в различных соединительнотканых образованиях организма.

Следовательно, установленные критерии оценки состояния скелета у пушных зверей позволяют своевременно выявлять отклонения в развитии молодняка, племенной части поголовья и разрабатывать соответствующие способы профилактики и лечения. Выявленные компенсаторные сдвиги в макро- и микроархитектонике кости как органа при длительной гипокинезии имеют прикладное значение в определении возможностей прогнозирования костной динамики. Результаты и теоретические положения настоящего исследования целесообразно использовать в морфологии и общей физиологии скелета, в практике гравитационной физиологии спортивной медицины при анализе механизмов функциональной пластичности кости как органа и ее тканевых компонентов. Данные об особенностях структурной организации и адаптивного ремоделирования кости с учетом биомеханического фактора двигательного поведения животных можно использовать в учебном процессе на кафедрах морфологического цикла учреждений высшего профессионального образования.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Общие методические вопросы.....	3
Самоконтроль знаний	4
Краткий словарь терминов	14
Принятые сокращения	72
Список литературы	73
Summary	73
Приложения	73

Учебное издание

Диагностика болезней и терапия животных,
патология, онкология и морфология животных
Учебное пособие

Слесаренко Наталья Анатольевна,
Капустин Роман Филиппович

Редактор В.И. Хачко

Подписано в печать 02.02.2017. Уч.-изд. л. 15,50. Усл. печ. л. 11,71.

Тираж 1000 экз. Заказ № 172

Россия, 308503, п. Майский Белгородской области.

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный
университет имени В.Я. Горина»

Россия, 308503, пос. Майский Белгородского района Белгородской области

Типография Белгородского ГАУ им. В.Я. Горина