

УДК 576.31:591.84

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИРОВАННОЙ ГИПОКИНЕЗИИ НА СОСТОЯНИЕ ОСТЕОЦИТОВ КОСТНОЙ ТКАНИ У БЕЛЫХ КРЫС

Золотова - Гайдамака Н. В.

Известно, что условия гипокинезии приводят к изменениям в костной ткани: уменьшению костной массы, деминерализации костного матрикса, снижению механической прочности костей скелета. Длительное воздействие этого фактора может привести к развитию остеопении и даже остеопорозу [1], [2], [3], [4]. В основе явлений, которые возникают в результате действия гипокинезии лежат структурно-метаболические изменения в клетках костной ткани, в частности в остеоцитах, которые ещё остаются малоизученными.

Цель нашего исследования – изучить состояние и структуру остеоцитов костной ткани в зонах проксимальных эпифизов бедренных костей у белых крыс в условиях действия моделированной гипокинезии.

Исследования проводили в отделе цитологии и гистогенеза Института зоологии НАНУ в рамках международного (украинско-российского) научного сотрудничества. Эксперименты поставлены в Институте медико-биологических проблем (Москва), под руководством д.б.н. А.С. Капланского и д. б. н. В.С. Оганова.

Материал и методы

Для эксперимента были отобраны самцы белых крыс линии Вистар (возраст 2,5 мес., массой 250±20 г.). Гипокинезию создавали по методу “вывешивания” с разгрузкой задних конечностей, продолжительностью 28 суток [5]. Эксперимент включал две группы: контрольную и опытную, каждая из которых состояла из 6 животных.

Биообразцы (кусочки бедренных костей) фиксировали в 2%-ном растворе глютаральдегида на фосфатном буфере (рН=7.4). Декальцинацию образцов и их заливку в парафин проводили по общепринятым гистологическим методикам. Гистосрезы толщиной 5 – 6 мкм окрашивали гематоксилином Майера-эозином. Проводили морфометрический и сравнительный анализ остеоцитов и костных трабекул между контрольными и опытными группами, при этом подсчитывали количество остеоцитарных лакун и остеоцитов, форму клеток и ядра, расположение их в костной ткани. Оценку статистической значимости различий между данными контроля и эксперимента проводили по t – критерию Стьюдента [6].

Результаты

Проведенный нами гистологический анализ гистопрепаратов показал некоторые изменения в структуре остеоцитов костной ткани у крыс опытной группы по сравнению с контрольной, которые проявлялись в следующем: значительная часть остеоцитов разрушалась, цитоплазма их подвергалась деструкции, также в костной ткани встречались единичные пустые остеоцитарные лакуны. Заметных различий между опытными и контрольными биообразцами по степени окраски костной ткани и остеоцитов гематоксилин - эозином не обнаружено. Ядра окрашиваются гематоксилином в сине-фиолетовый цвет, а цитоплазма приобретает розовую окраску.

Остеоциты опытной группы имеют преимущественно округлую форму, чем отличаются от остеоцитов контрольной группы, у которой клетки овальные (рис. 1, 2). Ядра остеоцитов овальной или округлой формы как в кости опытной, так и контрольной групп. Однако, в клетках опытной группы часть ядер подвергается пикнозу. Остеоциты располагаются в костных (остеоцитарных) лакунах рядом с кровеносными сосудами и могут непосредственно прилегать как к краям своих костных лакун, так и располагаться в них на некотором расстоянии от костной поверхности (рис. 1, 2).

Кроме того, для опытной группы животных характерным изменением является наличие в трабекулах эпифизов расширенных остеоцитарных лакун (рис.1).

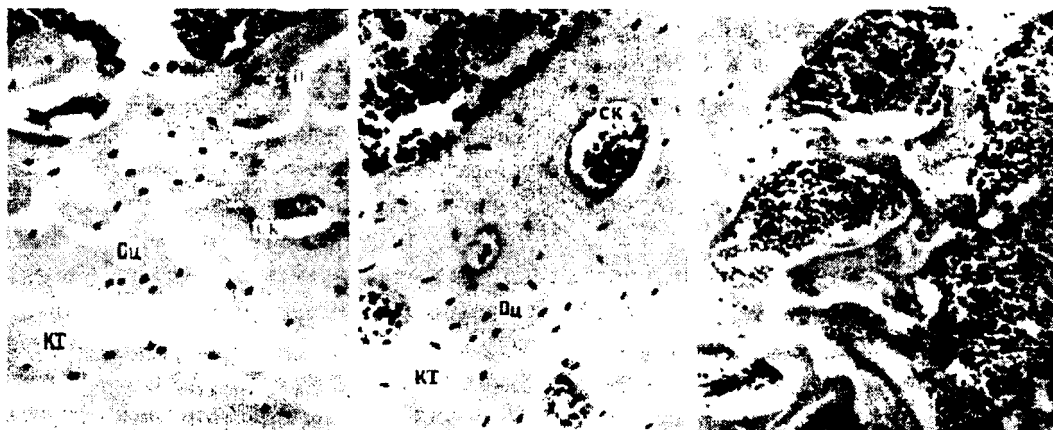


Рис. 1.

Рис. 2.

Рис. 3.

Рис. 1. Продольный срез проксимального эпифиза бедра кости крысы (опыт). В костной ткани (КТ) видны остеоциты (Оц) в расширенных лакунах и сосудистые каналы (СК). Полости (Л) в кости значительно увеличены. Окраска: гематоксилин – эозин, ув. 320*.

Рис.2. Продольный срез проксимального эпифиза бедренной кости крысы (контроль). В костной ткани (КТ) видны многочисленные типичные остеоциты (Оц) и сосудистые каналы (СК). Окраска: гематоксилин – эозин, ув. 320*.

Рис.3. Продольный срез проксимального эпифиза бедренной кости крысы (опыт). Видны костные трабекулы (Т), внутри которых выявляются полости (Л). Костномозговые полости (КмП) расширены. Окраска: гематоксилин – эозин, ув. 160*.

Морфометрический анализ показал достоверное уменьшение количества остеоцитов в костной ткани у части крыс, которые подвергались воздействию гипокинезии (опыт – $7,9 \pm 0,51$; контроль – $12,6 \pm 1,22$; при $P < 0,01$).

Гистологические исследования показали также наличие истонченных костных трабекул в губчатом веществе эпифизов бедренных костей опытной группы по сравнению с контрольной. Часть костных трабекул рассасывается полностью, что приводит к расширению межтрабекулярных пространств (рис.3). Для опытной группы характерным является появление внутри костных трабекул полостей и расслоений различной конфигурации и объема (рис. 1, 3).

Обсуждение

Изменения в структуре остеоцитов костной ткани у крыс, подвергшихся воздействию гипокинезии, как показали наши морфометрические и гистологические данные, возникают, по-видимому, за счет усиленного остеоцитарного остеолизиса. В результате чего часть клеток разрушается и появляются единичные пустые остеоцитарные лакуны. Способность остеоцитов участвовать в резорбтивных процессах, как в норме, так и в условиях сниженной опорной нагрузки, показана в исследованиях [7].

По данным Хэма [8], как известно, остеоциты контактируют между собой отростками, располагающимися в костных канальцах рядом с сосудами, благодаря которым клетки питаются и освобождаются от конечных продуктов обмена с помощью канальцевого механизма. Следовательно, можно предположить, что выявленные изменения в остеоцитах костной ткани опытной группы, проявляющимися в разрушении клеток и в деструкции их цитоплазмы, приводят к нарушению этого канальцевого механизма. И, по-видимому, остеоциты не могут контактировать друг с другом, часть из них разрушается, нарушается питание кости, и, возможно, это приводит к нарушению целостности самой костной структуры, которая проявляется в появлении в них расслоений и полостей различной конфигурации (рис. 3). Все это ведет к истончению костных трабекул, что увеличивает риск травмы кости. И, по-видимому, нарушения происходят также в минеральном и органическом матриксе кости. Однако для того чтобы сделать более достоверные выводы, необходимы еще дополнительные исследования.

Кроме того, наши данные световой микроскопии подтверждают такие ранее полученные нами результаты про изменения, происходящие в костной ткани у крыс, которые подвергались влиянию моделированной гипокинезии. Полученные данные согласуются с результатами [3], [9], [10], что в кости при моделировании гипокинезии происходят морфофункциональные изменения, к которым авторы относят: разрежение губчатой ткани, уменьшение количества костных трабекул, расширение костномозговых пространств, появление очагов рассасывания костной ткани.

Таким образом, проведенные нами исследования показали, что в условиях

моделирования гипокинезии остеоциты подвергаются морфофункциональным изменениям. Эти явления рассматриваются как начальные этапы адаптивного разрушения костной ткани трабекул и свидетельствуют об усилении резорбтивных процессов кости.

Список литературы

1. Дурнова Г.Н., Сахарова З.Ф., Капланский А.С., Иванов В.М., Хаидаков М.С. Количественное исследование остеобластов и остеокластов в костях крыс при моделировании невесомости // *Космич. биология.* – 1986. – Т. 20. – №6. – С. 37–40.
2. Григорьев А.И., Воложин А.И., Ступаков Г.П. Минеральный обмен у человека в условиях измененной гравитации. – М., Наука, 1994. – 216 с.
3. Оганов В.С., Бакулин А.В., Мурашко Л.М. и др. Возможные механизмы специфической динамики восстановления костной массы после космических полётов и гипокинезии // *Космич. биология и авиакосмич. медицина.* В 2-х т. – М.: Фирма “Слово”, 1998. – Т. 2. – С. 100–102.
4. Капланский А.С., Ильина-Какуева Е.И., Дурнова Г.Н. и др. Влияние опорных нагрузок и ретаболила на развитие атрофических процессов в мышцах и костях крыс при вывешивании // *Космич. Биология и авиакосмич. медицина.* В 2-х т. М.: Фирма “Слово”, 1998. – Т.1. – С.296.
5. Morey E.R. Spaceflight and bone turnover: Correlation with a new rat model of weightlessness // *BioScience.* – 1979. – 29. – P.168–172
6. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перабот. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
7. Родионова Н.В., Оганов В.С., Бакулина А.В. Клеточные механизмы резорбции костного матрикса в условиях измененной гравитационной нагрузки // *Цитология.* – 1991. – 33, № 5. – С. 131.
8. Хэм А., Кормак Д. Гистология. – М.: Мир, 1983. – Т. 3. – 150 с.
9. Зерат Э., Холи К., Андре К. и др. Влияние 14-суточного космического полета (Бион-11) на костную ткань обезьян // *Космич. биология и авиакосмич. медицина.* – 1998. – Т. 2. – С. 418–420.
10. Велецук А.Т. Морфогенез адаптаційно-реадаптаційних змін кісток скелету при дії гіпокінезії та фізичних навантажень (анатомо-експерим. дослід): Автореф. дис. к.б.н.: 14.03.02/ М - во охорони здоров'я України. Харк. держ. мед. ун - т.- Х., 1997. – 24 с.

Поступила в редакцию 7.03.2003 г