

**Секция «Медико-биологические аспекты физического воспитания, адаптивной физической культуры и спорта»,
научный руководитель – Сентябрев Н.Н., д-р биол. наук, профессор**

**ДИНАМИКА МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ
КОСТНОЙ ТКАНИ В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ
К МЫШЕЧНЫМ НАГРУЗКАМ РАЗЛИЧНОЙ
ДЛИТЕЛЬНОСТИ И ИНТЕНСИВНОСТИ**

Стрельник А.Д., Беляев Н.Г.

ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет», Ставрополь, e-mail: s9888629264@ya.ru

Низкая двигательная активность, как результат научно-технического прогресса, являлась причиной возникновения многочисленных нарушений в организме современного человека. Это не только нарушения обмена веществ и сердечно-сосудистой системы, но и снижение механической прочности костной ткани в связи с уменьшением ее минеральной плотности. Имеющиеся научные данные демонстрируют, что адекватные мышечные нагрузки способствуют увеличению минеральной плотности кости (Foong K. O., et. al. 2014; Joо Y.-I. et. al 2003). В то же время, изменения в опорно-двигательном аппарате часто регистрируются и у спортсменов в период интенсификации тренировочных нагрузок. Таким образом, снижение минеральной плотности и механической прочности костной ткани в настоящее время является проблемой как для людей с низкой суммарной двигательной активностью, так и для лиц выполняющих колоссальные физические нагрузки в процессе спортивных тренировок.

Снижение механической прочности кости, по всей видимости, связано с нарушением кальциевого обмена. Так как данный минеральный компонент организма в основном и обеспечивает механическую прочность костной ткани. Наряду с установлением возможных механизмов нарушения прочности кости в условиях адаптации к мышечной деятельности важным является поиск средств, позволяющих внести коррективы в обменные процессы костной ткани. Что и является целью нашей работы.

Материалы и методы исследования. Экспериментальным материалом в исследованиях служили лабораторные животные – крысы линии Вистар, в возрасте 12 месяцев. Для моделирования мышечной нагрузки использовалась беговая дорожка. Используемая методика тренировок предусматривала следующие этапы: подготовительный 1 – 4 недели тренировок, переходный 5 – 6 недели, этап интенсивных нагрузок 7 – 8 недели и этап активного отдыха 9 неделя эксперимента.

В процессе эксперимента у животных осуществлялось определение концентрации общего кальция методом титрования. О механической прочности кости и ее минеральном составе судили по результатам компьютерной микрофотографии с использованием томографа Skyscan 1176. Использование компьютерной микрофотографии позволяет оценить состояние органов и тканей, а также визуализировать структуры, как в 2D, так и в 3D изображении, в данном случае – бедренной кости животного. Максимальная площадь однократного сканирования 6 см x 6 см x 20 см (высота, ширина, длина). Разрешение 9, 18 и 35 мкм/пиксель. Полученные результаты подвергались статистической обработке. В качестве возможного корректора минеральной плотности кости исследовался экстракт корня солодки и сывороточный белок. В соответствии с этим исследование проводилось на 3-х группах жи-

вотных. В 1-й группе животные находились на обычном пищевом рационе, животные 2-й группы получали экстракт солодки, обладающей адаптогенными свойствами (Оболенцева Г.В. и соавт., 1999; Беляев Н.Г., Батулин В.А., 2004) 3-й сывороточный белок.

Результаты собственных исследований и их обсуждение. Согласно полученным данным в динамике кальция регистрировались фазовые изменения. У животных 1-й группы повышение кальция в крови регистрировалось уже на 4-й неделе эксперимента. Но наиболее выраженная гиперкальциемия отмечена на 7-8 неделях (период интенсивных мышечных нагрузок). На данном этапе тренировок содержание общего кальция в крови 1-й группе повысилось на 32%, во 2-й на 12% и в 3-й на 10%. В период активного отдыха уровень общего кальция достоверно не отличался от величин, определяемых в начале эксперимента. Из полученных данных следует, что наименее выраженная гиперкальциемия отмечалась в группе животных, в пищевой рацион которых был включен сывороточный белок.

Гиперкальциемия, регистрируемая у животных обеспечивалась выходом кальция из костной ткани, что несомненно сказывается на ее минеральной плотности. Так в первой группе животных в период с 4-й по 7-ю недели тренировок регистрировалось снижение минеральной плотности кости. В частности, кортикальная минеральная плотность понизилась с $1,14 \pm 0,04$ г/см³, до $1,07 \pm 0,03$ г/см³ (7%). Трабекулярная с $0,27 \pm 0,05$ г/см³ до $0,22 \pm 0,04$ г/см³ (19%). Но к моменту окончания 9 недели тренировок минеральная плотность кости возросла и была незначительно выше исходного уровня.

В том случае, если в пищевой рацион животных включали сывороточный белок, снижения минеральной плотности костной ткани не отмечено. Так в периоды с 4-й по 7-ю недели эксперимента, кортикальная минеральная плотность повысилась до $1,21 \pm 0,02$ г/см³ (6%), а трабекулярная до $0,34 \pm 0,06$ г/см³, более чем на 25%. В данной группе животных высокая минеральная плотность кости оставалась высокой и на последних этапах эксперимента. В группе животных получавших экстракт солодки снижение минеральной плотности кости на начальных этапах тренировок было незначительно. В то же время положительный эффект от приема солодки уступал действию сывороточных белков.

Процесс адаптации к мышечным нагрузкам связан с активацией всех вегетативных систем, в работе которых активно задействован кальций и с усилением анаболических процессов. Соответственно возрастает потребность в кальции и в белках. В случае недостаточного поступления их в организм, источником может явиться органический матрикс кости. Так в группе животных находящихся на обычном пищевом рационе в период повышенного содержания кальция в крови регистрировалось и повышение уровня альбуминов в крови (Беляев Н.Г. и соавт., 20015). В данном случае возможна избыточная активация остеокластов. Введение в пищевой рацион легкоусвояемых аминокислот может оказывать ингибирующее действие на данный процесс. Во всяком случае, достоверного повышения уровня альбуминов в данной группе животных не отмечено.

Список литературы

1. Беляев Н.Г. Кальциевый обмен и его гормональная регуляция в условиях хронического физического перенапряжения: Автореф. ... дис. д-ра биол. наук. – Ставрополь, 2004. – 24 с.
2. Беляев Н.Г., Батурич В.А. Перспективы использования солодки голой в практике спортивных тренировок: Монография. – Ставрополь: изд-во СГУ, 2004. – 132 с.
3. Оболенцева Г.В. Фармакологические и терапевтические свойства препарата солодки (обзор) / Оболенцева В.Г., Литвиненко В.И., Аммосов А.С. // Химический фармацевтический журнал. – 1999. – №8. – С.24-31.

4. Foong Kiew Ooi. Effects of short-term swimming exercise on bone mineral density, geometry, and microstructural properties in sham and ovariectomized rats/ Kiew Ooi Foong, Wan Mohd Norsyam, Asok Kumar Ghosh, Siti Amrah Sulaiman, Chee Keong Chen, Leung-kim Hung // Journal of Exercise Science & Fitness Volume 12, Issue 2, December 2014, Pages 80-87.
5. Foong Kiew Ooi Effects of endurance exercise on three-dimensional trabecular bone microarchitecture in young growing rats / Y.-I. Joo, T Sone, M Fukunaga, S.-G. Lim, S. Onoder // Bone, Volume 33, Issue 4, October 2003, Pages. 485-493.

**Секция «Молекулярные основы эндокринологии (билингвальная конференция)»,
научный руководитель – Лебедева Е.Н., канд. биол. наук, доцент**

ФРЕДЕРИК БАНТИНГ – ИЗВЕСТНЫЙ ФИЗИОЛОГ

Бондаренко А.И., Забелло Е.Д.

ГБОУ ВПО «ОрГМУ» Минздрава России, Оренбург,
e-mail: anat1998bond@gmail.com

Frederick Banting (1891-1941), a scientist, surgeon and physiologist was born in Canada. He was educated at the University of Toronto. He was the first to isolate the hormone called insulin, and succeeded in preparing it as a specific medicament for the treatment of diabetes. In 1923 he received the Nobel Prize.

He wanted to help suffering humanity in every way he could – and he did so to the very tragic end of his life.

Frederick Banting was born on a farm. In his childhood the family was short of money. But Fred's life was a quiet one when he was a child.

One day there was an event that changed his whole life completely. On his way home from school, he stopped to look at two men who were repairing the roof of a house. Suddenly the planks on which they were standing fell to the ground. The two men fell with them. One of the men did not move; the other had a broken arm. When a doctor arrived, he examined the two men and set to work. Fred stood by the doctor and watched. "From that day", Fred said later, "I thought that the greatest service in life is that of the medical profession, and my greatest ambition was to be a doctor".

Towards the end of Fred's schooldays, there was a double tragedy which might have increased his interest in medicine. Two schoolfellows of Fred's had been taken ill. This illness was called "infantile diabetes" or sometimes "sugar sickness". Soon the boys died. The disease itself was known in ancient times. Its symptoms were described by Egyptian, Greek, and Roman doctors. But they did not know what caused it. All they knew was that the persons taken ill grew thinner and thinner and suffered from a terrible thirst.

So, medicine became more and more attractive to him. It was in 1910 that Fred was accepted as a first-year student at Victoria College, Toronto. During the Easter holidays he announced his decision to his father, who had wanted him to become a minister. He knew that it would be a shock for his father, but Mr. Banting allowed Fred to study medicine.

Fred went back to Toronto a happy student. Work was very different now. Gone with Latin and Greek! He studied anatomy, physiology, as well as bacteriology and chemistry.

In those early days of his medical training, Banting had less and less time for anything but work. He was especially interested in surgery, and most of all he wanted to study the way in which the bones of the human body worked.

In 1915, Banting carried out his first surgical operation. All went well and the patient recovered completely. In 1916, Banting passed his final examinations. He was now a fully qualified doctor. The young Canadian wanted to practice orthopedic surgery. This was the treatment of people, especially children, who had deformities of the bones. During twelve weeks he did not have a single pa-

tient. So Dr. Banting had to look for an extra job. One day he heard that the university department of physiology needed an instructor. It was Banting who got the job. In this way Frederick entered the field of physiology.

One night, in October 1920, he began preparing material for the next week's lectures. He was to lecture to his students on an organ of the human body called the pancreas. His text book was open to a picture of the digestive organs.

The pancreas is a soft organ lying behind the stomach. It produces a digestive juice called the pancreatic juice. The pancreas not only produces a digestive juice but also a hormone called insulin. It is produced by a cluster of cells in the pancreas called the Islets of Langerhans. The blood as it flows through the pancreas picks up insulin. The amount of sugar in the blood is regulated by the amount of insulin from the pancreas. The pancreas thus helps the body to use sugar. In diabetes something happens to the pancreas so that it no longer secretes insulin or secretes too small an amount, and soon the patient dies.

The subject of diabetes did not belong to the physiology class. But Banting could not forget the problem. He began to think that possibly the Islets of Langerhans had in them something which was valuable to the human body, and maybe this something might have an influence on treating diseases of diabetes which had killed two of his school friends. Doctor had long been studying diabetes. They knew that the pancreas had some influence on the way which sugar was used in the human body. But none of them thought that the Islets of Langerhans were the really important part of the pancreas.

Diabetes does not come from outside. It comes because a delicate mechanism inside the body breaks down.

Banting first became interested in the treatment of diabetes – it was on that October night when he was preparing his lecture on an organ called the pancreas. He did not go to bed until two o'clock in the morning. The last thing he did that night was to take a little notebook and write: "Tie off pancreas duct of dogs. Wait six or eight weeks. Remove and extract."

When he woke up next morning, he studied his note carefully. He set out to read all the experiments concerning the pancreas. As far as Banting could determine no one had even tried this method.

Banting went to the head of the physiology department and told him the story. The doctor was surprised to find his assistant eager to do the most complicated kind of physiological research.

"Go to the University of Toronto", he told the young man, "to Professor Macleod. His laboratory is the place for your work, and he can give you information and help".

Dr. Macleod told Banting that there had been a lot of work done on this problem of the pancreas, and that he did not think a new attempt would bring better results. But Banting did not give up. He asked little: just ten animals, a small laboratory – and all for only eight weeks.

Finally the professor said that, since he was going away for the summer, part of the laboratory would be unused. If Banting wanted it, he could have it, and he would