

КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В СТРУКТУРЕ ЭПИФИЗОВ ПЛЕЧЕВЫХ И БЕДРЕННЫХ КОСТЕЙ МУЖЧИН

Рябоконе Р.В.¹, Медведева Н.Н.¹, Аверченко И.В.²

¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Красноярск, e-mail: r-ryabokon@mail.ru;

²Красноярское краевое бюро судебно-медицинской экспертизы, Красноярск, e-mail: sme@sme.kr.k.ru

В статье представлены результаты исследования конституциональных особенностей внутренней структуры эпифизов плечевых и бедренных костей мужчин. Материалом для исследования явились кости от трупов мужчин первого периода зрелого возраста (21–35 лет). Для оценки внутренней структуры костей скелета были сделаны рентгеновские снимки правых плечевых и бедренных костей трупов мужчин без видимых травматических повреждений опорно-двигательного аппарата и признаков острой и хронической патологии скелета. Внутренняя структура губчатого вещества оценивалась по трехбалльной системе и была разделена на мелкоячеистую, среднеячеистую и крупноячеистую. Для эпифизов плечевой кости у представителей всех морфотипов характерно преобладание мелкоячеистой структуры в проксимальных с последующим укрупнением до среднеячеистой и крупноячеистой в дистальных. Для эпифизов бедренной кости более характерна крупноячеистая структура у андроморфов, равномерное распределение у мезоморфов и преобладание мелкоячеистой структуры у гинекоморфов.

Ключевые слова: морфотип, плечевые кости, бедренные кости, проксимальные эпифизы, дистальные эпифизы, ячеистая структура.

CONSTITUTIONAL FEATURES OF STRUCTURE EPIPHYSIS OF HUMERUS AND FEMUR OF MEN

Ryabokon R.V.¹, Medvedeva N.N.¹, Averchenko I.V.²

¹Krasnoyarsk State Medical University n.a. of professor V.F. Voyno-Yasenetskiy, Krasnoyarsk, e-mail: r-ryabokon@mail.ru

²Krasnoyarsk Regional Bureau of Forensic Medicine, Krasnoyarsk, e-mail: sme@sme.kr.k.ru

The article presents the results of a study of constitutional features of the internal structure of the humeral epiphysis and femoral bones of men. The material for the research were the bones of the corpse of men of the first period of mature age (21–35 years). To evaluate the internal structure of the bones were taken X-pictures of right shoulder and thigh bones of corpses of men without visible traumatic injuries of the musculoskeletal system, acute and chronic diseases of the skeleton. The internal structure of cancellous bone was evaluated by a three-point system, and was divided into small-cellularity, medium-cellularity and large-cellularity. For the epiphysis of the humerus of all morphotypes predominate small-cellularity structure in the proximal followed by consolidation to medium-cellularity and large-cellularity in the distal. For the epiphysis of andromorphs of the femur is more typical large-cellularity structure, uniform distribution in mesomorphs and the predominance of small-cellularity structure in ginekomorphs.

Keywords: morphotype, humerus, femurs, the proximal epiphysis of distal epiphysis, cellular structure.

Механические свойства кости – прочность и упругость – обусловлены оптимальной комбинацией содержащихся в ней органических и неорганических веществ. Прочность зависит от макро- и микроскопического строения и состава костной ткани. В современной клинической практике в качестве основного показателя, определяющего прочность кости, используется уровень минерализации костной ткани. Однако на качество костной ткани также влияют такие факторы, как тканевая микроархитектоника, активность остеокластов и остеобластов, состояние органического матрикса и обменных процессов. Группы остеонов, располагаясь по линиям наибольших нагрузок, формируют костные перекладины губчатого вещества и костные пластинки компактного вещества костей. Необходимо учитывать, что в

местах наибольших нагрузок, костные перекладины располагаются дугообразно (арочно). Арочные системы, наряду с трубчатыми, относятся к числу наиболее прочных. Таким образом, арочный принцип строения перекладин губчатого вещества костей обеспечивает высокую способность противодействию их механическим нагрузкам [1].

Высокая разрешающая способность, ставшая доступной с помощью существующих методов визуализации, в частности, компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии, а также использование новейших аналитических программ значительно повысило оценку костной архитектуры и ее роли в обеспечении прочности кости. Несмотря на это, на сегодняшний день изучение цитоархитектоники костной ткани носит исследовательский характер, но в будущем эти методы будут включены в клиническую практику, что приведет к персонализированному подходу к скринингу, мониторингу и лечению заболеваний костной системы [2].

Костные балки губчатого вещества костей расположены в определенных направлениях, по которым кость испытывает механическое напряжение. Влияние функциональной нагрузки на структурную организацию аппарата движения реализуется через механические воздействия, которые в норме являются ведущим движущим фактором приспособительной перестройки костей к различным условиям двигательной активности [3, 4]. Кости подвергаются физиологической перестройке, тем самым приводя к структурным изменениям аппарата движения. Различают нагрузки статические и динамические. Статическая нагрузка – нагрузка, действующая постоянно или медленно изменяющаяся во времени. Динамическая нагрузка – это переменное, изменяющееся во времени по величине и направлению силовое воздействие. Наибольшие структурные изменения в диафизах вызываются динамической нагрузкой на сгибание, а осевые механические воздействия в большей степени влияют на строение эпифизов [5]. Для современного населения характерна такая особенность как уменьшение физических нагрузок и двигательной активности. Снижение уровня мышечных затрат наряду с возрастающей стрессовой нагрузкой на организм приводит к значительному изменению образа жизни в пользу гиподинамии и формированию неблагоприятных факторов развития заболеваний сердечно-сосудистой и других систем органов [6]. Уровень двигательной активности, являясь результатом повседневной деятельности человека, носит индивидуальный характер, но, как правило, динамические нагрузки обусловлены работой и анатомо-физиологическими особенностями мышечной системы, что делает актуальным использование конституционального подхода в изучении костной ткани и кости в целом. Конституциональному подходу в работах современных исследователей по изучению морфологических особенностей организма уделяется большое внимание [7]. Соматотип человека как морфологическое выражение

конституции является своеобразным индикатором состояния организма в целом и его отдельных органов и систем [8]. Костная система является взаимосвязанной с деятельностью всего организма и позволяет наиболее достоверно отразить морфологический облик человека. При этом вопросы конституциональных и функциональных особенностей внутренней структуры эпифизов длинных трубчатых костей мужчин на сегодняшний день остаются малоизученными.

Цель исследования: изучить внутреннюю структуру эпифизов костей проксимальных сегментов конечностей мужчин в зависимости от их морфотипа.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования явились плечевые (98) и бедренные (98) кости от трупов мужчин первого периода зрелого возраста (21–35 лет) – архивный материал кафедры анатомии и гистологии человека КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого. Определение типа телосложения трупов мужчин осуществлялось по индексу полового диморфизма Дж. Таннера (индекс Таннера = $3 \times$ размер акромиального диаметра (ширина плеч) — размер гребневого диаметра (ширина таза)) с учетом региональных особенностей анатомических характеристик мужчин [9, 10]. Для этого использовалась база данных по обследованию населения Восточной Сибири, в том числе и населения г.Красноярска и Красноярского края. Для оценки внутренней структуры костей скелета были сделаны рентгеновские снимки правых плечевых и бедренных костей трупов мужчин без видимых травматических повреждений опорно-двигательного аппарата и признаков острой и хронической патологии скелета (хронический артрит, множественная миелома). Рентгеновские снимки были выполнены на рентгенаппарате «УниКоРД-МТ» в жестких лучах. Для характеристики внутренней структуры костей исследовалась ячеистость проксимального и дистального эпифизов плечевых и бедренных костей. Внутренняя структура губчатого вещества оценивалась по трехбалльной системе и была разделена на мелкоячеистую, среднеячеистую и крупноячеистую [11]. Для выявления функциональных особенностей в строении эпифизов костей использовали метод непараметрической статистики расчета критерия χ^2 Пирсона в программе StatSoft Statistica v 10.0.

Результаты и их обсуждение

При анализе по индексу Д. Таннера (1968) мужчины распределились следующим образом: представители гинекоморфного морфотипа встречались в 21,5 %, мезоморфного – в 51 % и андроморфного – в 27,5 % случаев. Соотношение составляет: 1,0:2,4:1,3.

Внутренняя структура проксимальных эпифизов плечевой кости мужчин андроморфного типа телосложения представлена мелкоячеистой структурой (50 %). Средне- и крупноячеистая структуры занимают меньшую долю – 29 % и 21 % соответственно. Для

дистальных эпифизов плечевой кости характерно довольно равномерное распределение, в 25 % случаев выявлена мелко-, в 33 % – средняячешистая структуры, при этом все же прослеживается преобладание крупночешистой структуры (42 %).

У мужчин мезоморфного морфотипа для проксимальных эпифизов плечевой кости характерно преобладание мелкочешистой структуры (79 %) и значительное снижение по сравнению с представителями андроморфного морфотипа доли средне- и мелкочешистой структуры – 17 % и 4 % соответственно. В строении дистальных эпифизов преобладает средняячешистая структура (54 %). Крупночешистая (33 %) и мелкочешистая (13 %) составляют меньшую долю.

Проксимальные эпифизы плечевой кости у мужчин гинекоморфного типа телосложения характеризуются высокой долей мелкочешистой структуры (92 %). Средняячешистая структура составляет 8 %, а эпифизы с крупночешистой структурой не выявлены. В строении дистальных эпифизов плечевой кости чаще выявлена средняячешистая структура (71 %) за счет значительного уменьшения доли мелкочешистой (29 %). Крупночешистая структура в дистальных эпифизах плечевой кости мужчин гинекоморфного типа телосложения так же не была выявлена (0 %).

Таким образом, для проксимальных эпифизов плечевых костей характерна мелкочешистая структура, причем прослеживается тенденция к увеличению доли таковой в ряду андроморф – мезоморф – гинекоморф. Для дистальных эпифизов у представителей андроморфного типа телосложения характерна одинаковая частота встречаемости вариантов чешистости с дальнейшим увеличением доли средняячешистой структуры у мужчин мезоморфного и гинекоморфного морфотипов (табл. 1).

Таблица 1

Внутренняя структура проксимальных и дистальных эпифизов плечевой кости мужчин различных морфотипов по Дж. Таннеру

Морфотип	Отдел кости	Мелкочешистая структура	Средняячешистая структура	Крупночешистая структура
Андроморфный	Проксимальный эпифиз	50 %	29 %	21 %
	Дистальный эпифиз	25 %	33 %	42 %
Мезоморфный	Проксимальный эпифиз	79 %	17 %	4 %
	Дистальный эпифиз	33 %	54 %	13 %
Гинекоморфный	Проксимальный эпифиз	92 %	8 %	0 %
	Дистальный эпифиз	29 %	71 %	0 %

Для проксимальных эпифизов бедренной кости мужчин андроморфного типа телосложения характерна крупноячеистая (53 %) и среднеячеистая (32 %) структуры. Мелкоячеистая структура встречается в 10 % случаев. В структуре дистальных эпифизов крупноячеистая структура (63 %) встречается чаще за счет снижения доли среднеячеистой (32 %) и мелкоячеистой (5 %) структур.

Во внутренней структуре проксимальных эпифизов бедренной кости у представителей мезоморфного типа телосложения мелкоячеистая и крупноячеистая структуры встречаются с одинаковой частотой (41%). Среднеячеистая структура встречается в 18 % случаев. Внутренняя структура дистальных эпифизов бедренной кости мужчин мезоморфов характеризуется равномерным распределением мелкоячеистой (30 %), среднеячеистой (35 %) и крупноячеистой (35 %) структур губчатого вещества.

У представителей гинекоморфного типа телосложения для проксимальных эпифизов бедренной кости характерны мелко- (50 %) и среднеячеистая (39 %) структуры. В 11 % случаев выявлена крупноячеистая структура. В дистальных эпифизах доля среднеячеистой (50 %) и крупноячеистой (22 %) структур возрастает за счет уменьшения доли мелкоячеистой (28 %).

Таким образом, для внутренней структуры проксимальных эпифизов бедренных костей у мужчин андроморфного типа телосложения характерно крупноячеистое строение. У представителей мезоморфного и гинекоморфного морфотипов доля крупноячеистой структуры снижается за счет увеличения доли мелкоячеистого губчатого вещества. Для дистальных эпифизов бедренной кости представителей андроморфного морфотипа также характерна крупноячеистая структура, у лиц мезоморфного типа распределение равномерное, а для гинекоморфов характерно преобладание средней ячеистости (табл. 2).

Таблица 2

Внутренняя структура проксимальных и дистальных эпифизов бедренной кости мужчин различных морфотипов по Дж. Таннеру

Морфотип	Отдел кости	Мелкоячеистая структура	Среднеячеистая структура	Крупноячеистая структура
Андроморфный	Проксимальный эпифиз	10 %	37 %	53 %
	Дистальный эпифиз	5 %	32 %	63 %
Мезоморфный	Проксимальный эпифиз	41 %	18 %	41 %
	Дистальный эпифиз	30 %	35 %	35 %
Гинекоморфный	Проксимальный эпифиз	50 %	39 %	11 %
	Дистальный эпифиз	28 %	50 %	22 %

При проверке статистических гипотез о влиянии функциональных особенностей кости на внутреннее строение губчатого вещества эпифизов кости методом расчета критерия χ^2 Пирсона получили значения 36,239 и 1,403 для плечевой и бедренной костей соответственно. Сравнивая полученные значения критерия с критическим, можно сделать вывод, что для плечевой кости гипотеза подтвердилась ($36,239 > 3,841$ при уровне значимости $p=0,05$), следовательно, зависимость строения ячеистости губчатого вещества от функциональных особенностей эпифиза статистически значима. Для бедренной кости гипотеза не подтвердилась и влияние функции кости на внутреннее строение ячеистости губчатого вещества эпифизов статистически не значимо. ($1,403 < 3,841$ при уровне значимости $p=0,05$).

Среди особенностей строения эпифизов плечевой кости у представителей всех морфотипов можно выделить преобладание мелкоячеистой структуры в проксимальных эпифизах с последующим укрупнением до среднеячеистой и крупноячеистой в дистальных эпифизах. Это объясняется различной функциональной нагрузкой на проксимальный и дистальный эпифизы. Проксимальный эпифиз плечевой кости имеет опорную функцию, а дистальный – несет нагрузку руки как органа труда. Для эпифизов бедренной кости более характерна крупноячеистая структура у андроморфов, равномерное распределение у мезоморфов и преобладание мелкоячеистой структуры у гинекоморфов. Тенденция к укрупнению для эпифизов бедренной кости статистически не значима, что объясняется равномерным распределением нагрузки по протяжению бедренной кости.

Различия во внутреннем строении эпифизов плечевых и бедренных костей у представителей различных морфотипов указывают на влияние конституциональных особенностей на костную систему. Главным образом, изменения обусловлены физическими нагрузками на кость. Такие нагрузки являются результатом повседневной деятельности и тесно связаны с анатомо-физиологическими особенностями мышечной системы. Двигательная активность способствует поддержанию и совершенствованию механизмов регуляции внутренней среды организма и нормальному функционированию органов и систем органов, поддерживая уровень дееспособности человека на оптимальном уровне. Снижение динамических нагрузок на костную систему приводит к уменьшению ячеистости внутреннего строения эпифизов длинных трубчатых костей. Такая картина четко прослеживается в строении проксимальных эпифизов плечевых костей, для которых характерна мелкоячеистая структура, причем прослеживается тенденция к увеличению доли таковой в ряду андроморф – мезоморф – гинекоморф. Также на примере плечевых костей можно проследить тенденцию к укрупнению ячеистости внутренней структуры дистальных эпифизов в сравнении с проксимальными. В свою очередь для бедренной кости это не

характерно, т.к. нагрузка на оба эпифиза практически одинаковая. Еще одной характерной особенностью в строении эпифизов является снижение доли крупноячеистого губчатого вещества за счет увеличения среднеячеистого в строении дистальных эпифизов плечевых костей и мелкоячеистого в строении проксимальных эпифизов бедренных костей представителей мезоморфного и гинекоморфного морфотипов. Такое изменение в строении приводит к уменьшению прочности эпифизов длинных трубчатых костей и формированию неблагоприятных факторов для течения заболеваний костной системы.

Можно утверждать, что при формировании у мужского населения гинекоморфного и мезоморфного морфотипов организм подвергается системной перестройке, в том числе и костно-мышечной системы. Таким образом, полученные материалы исследования позволяют говорить о неблагоприятном влиянии инверсии пола мужского населения на костную систему.

Список литературы

1. Мазуров В.И. Болезни суставов / В.И. Мазуров. – СПб.: СпецЛит, 2008. – 408 с.
2. Griffith J.F. Looking beyond bone mineral density: Imaging assessment of bone quality / J.F. Griffith, K. Engelke, H.K. Genant // *Ann N Y Acad Sci.* – 2010 Mar. 1192. P. 45-56.
3. Акулич Ю.В. Биомеханика адаптационных процессов в костной ткани нижней конечности человека: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук. – Саратов, 2011. – 262 с.
4. Медведева Н.Н. Длинные трубчатые кости населения города Красноярска / Н.Н. Тарасова // *Сибирское медицинское обозрение.* – 2004. – № 1 (30). – С. 51-54.
5. Деревцова С.Н. Индекс массы тела и коэффициент скорости старения в оценке физического статуса женщин пожилого возраста / С.Н. Деревцова, А.А. Романенко, Н.В. Тихонова, Н.Н. Медведева // *Медицинский вестник Северного Кавказа.* – 2016. – Т.11, № 3. – С. 414-417.
6. Лопатина Л.А. Антропометрическая характеристика юношей по классификации Дж. Таннера / Л.А. Лопатина, Н.П. Сереженко, Д.А. Соколов // *Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова.* – 2014. – № 1. – С. 141-147.
7. Oba M. Effect of femoral canal shape on mechanical stress distribution and adaptive bone remodelling around a cementless tapered-wedge stem / M. Oba, Y. Inaba, N. Kobayashi, H. Ike, T. Tezuka, T. Saito // *Bone Joint Res.* – 2016 Sep. 5(9). – 362-369.
8. Букина Л.Г., Тятенкова Н.Н. Соматотип и показатели соматического здоровья девочек-подростков / Л.Г. Букина, Н.Н. Тятенкова // *Ярославский педагогический вестник.* – 2012. – № 2. – Т. III (Естественные науки). – С. 124-128.

9. Горбунов Н.С. Региональные анатомические стандарты тела мужчин / Н.С. Горбунов, П.А. Самотесов, В.И. Чикун, А.В. Почкутов // Сибирское медицинское обозрение. – 2007. – № 2 (43). – С. 79-85.
10. Таннер Дж. Рост и конституция человека: пер. с англ. / Дж. Таннер // Биология человека. – М., 1968. – С. 247-326.
11. Алексеева Т.И. Морфофункциональная характеристика посткраниального скелета азиатских эскимосов / Т.И. Алексеева, В.Ю. Коваленко // Палеоантропология Сибири. – М.: Наука, 1980. – С. 131-153.