

Doi: 10.52341/20738080_2024_133_6_45

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ МСКТ У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ ПЛЕЧЕВОГО СУСТАВА ПЕРЕД РЕВЕРСИВНЫМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕМ



КОШЕЛЕВ П.О.,

врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУЗ г. Москвы «Инфекционная клиническая больница № 1 Департамента здравоохранения города Москвы», аспирант кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, rgkoshelev@mail.ru

DETERMINATION OF THE OSSEOUS DENSITY ON THE BASIS OF THE MSCT DATA IN PATIENTS WITH POST-TRAUMATIC CHANGES OF THE SHOULDER JOINT BEFORE THE REVERSE ENDOPROSTHESIS

Koshelev P.

The paper analyses significance of the CT osseous density at the level of the scapula glenoid fossa for planning reverse endoprosthesis of the shoulder joint.

Key words: multi-slice computed tomography (MSCT), osseous density, endoprosthesis, shoulder joint.

Введение

Ревверсивное эндопротезирование плечевого сустава (ПС) является эффективным методом лечения его функциональных нарушений и болевого синдрома у пациентов с артропатиями, дегенеративными изменениями, повреждениями с нарушением целостности фиброзно-хрящевых структур и посттравматическими деформациями. В литературе приводятся данные о результатах и частоте послеоперационных осложнений после установки имплантатов при замещении крупных суставов. Общая частота осложнений после ревверсивного эндопротезирования ПС составляет после первичных операций 9,4%, после ревизионных – 2,6%. В числе наиболее частых осложнений, связанных с хирургическим вмешательством, отмечаются перипротезный перелом (0,8%) и нестабильность компонентов эндопротеза (0,7%).

Учитывая, что средний возраст пациентов, которым проводится ревверсивное эндопротезирование ПС, 72 года (диапазон от 34 до 92 лет) [7], предполагается изначальное снижение КТ-плотности костной ткани у этих больных, однако не до конца ясно, до каких значений снижается плотность относительно условно нормальных значений. По данным литературных источников, максимальная минеральная плотность костной ткани у женщин наблюдается в возрасте 21–25 лет, у мужчин – 26–30 лет, и она остаётся

В работе анализируется значимость КТ-плотности костной ткани на уровне гленоида лопатки при планировании ревверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Ключевые слова: мультисрезовая компьютерная томография, плотность костной ткани, эндопротезирование, плечевой сустав.

практически неизменной до 45 лет [3]. При этом снижение минеральной плотности влияет как на смещение компонентов эндопротеза [4], так и на развитие послеоперационных осложнений [5].

Цель исследования

Проанализировать значимость КТ-плотности костной ткани на уровне гленоида лопатки при планировании реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Материалы и методы

Для реализации цели исследования проводилась оценка КТ-плотности костной ткани гленоида (суставного отростка лопатки) в 2 группах пациентов.

1-я группа – лица молодого возраста (100 чел.) без повреждений и заболеваний плечевых суставов и соматической патологии, влияющей на минеральный обмен, которые проходили обследование и лечение на базе ГБУЗ г. Москвы «Инфекционная клиническая больница № 1 Департамента здравоохранения города Москвы» с диагнозами «бронхопневмония неуточненная» J18.0, «бактериальная пневмония неуточненная» J15.9. В группе было по 50 мужчин и женщин со средним возрастом: мужчин – $25,4 \pm 2,5$ года, женщин – $21,5 \pm 2,4$ года. Всем пациентам данной группы была выполнена МСКТ органов грудной клетки (ОГК) с захватом плечевых суставов на томографе SOMATOM go.Top 128 срезов (Siemens) с толщиной среза 1,0 мм.

2-я группа – 40 чел., которые наблюдались в Национальном медицинском исследовательском центре травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова Минздрава России (г. Курган) и в Городской клинической больнице № 17 Департамента здравоохранения г. Москвы с переломами костей, образующих ПС, перед оперативным вмешательством в объеме реверсивного эндопротезирования ПС.

В группе было 16 (40%) лиц мужского пола и 24 (60%) женского пола. Средний возраст мужчин составил $56,8 \pm 8,6$ лет, средний возраст женщин – $65,0 \pm 4,6$ лет (все пациентки были в менопаузе). Больные в данной группе наблюдения имели застарелый характер травмы – со сроком давности $26,3 \pm 10$ мес.

Из исследования были исключены пациенты с наличием:

- установленных металлоостеосинтезирующих конструкций и спейсеров, артефакты от которых потенциально могли исказить результаты, затруднить анализ изображений;

- аутоиммунных заболеваний, патологии эндокринной системы, в том числе обменных остеоартропатий;

- первичных и вторичных опухолей, воспалительных изменений в области ПС.

МСКТ ПС выполнена на томографах AQUILION 64 (Toshiba) или Revolution 64 (GE) с толщиной среза 0,625 мм.

Помимо распределения по полу, больные были разбиты на подгруппы исходя из характера перенесенной травмы ПС: внутри- и внесуставных переломов костей и последствий переломовывиха плеча (повреждения Хилл–Сакса).

МСКТ в обеих группах наблюдения проводилась с получением аксиальных срезов, с последующими реконструкциями в «костном» и «мягкотканном» окнах, с построением мультипланарной и объемной реконструкций изображений.

Показатели КТ-плотности гленоида в 1-й группе расценивались как значения «нормы», что было необходимо для установления поротических изменений во 2-й группе.

Измерение КТ-плотности костной ткани проводилось аналогично измерению при исследованиях пациентов 1-й группы на уровне центра гленоида и на смежных срезах, без включения в ROI участков субхондрального склероза и компактных островков оссификации, искажающих результаты измерений. КТ-плотность костной ткани измерялась в единицах Хаунсфилда (HU), ROI была $0,2-0,5 \text{ см}^2$ (рис. 1).

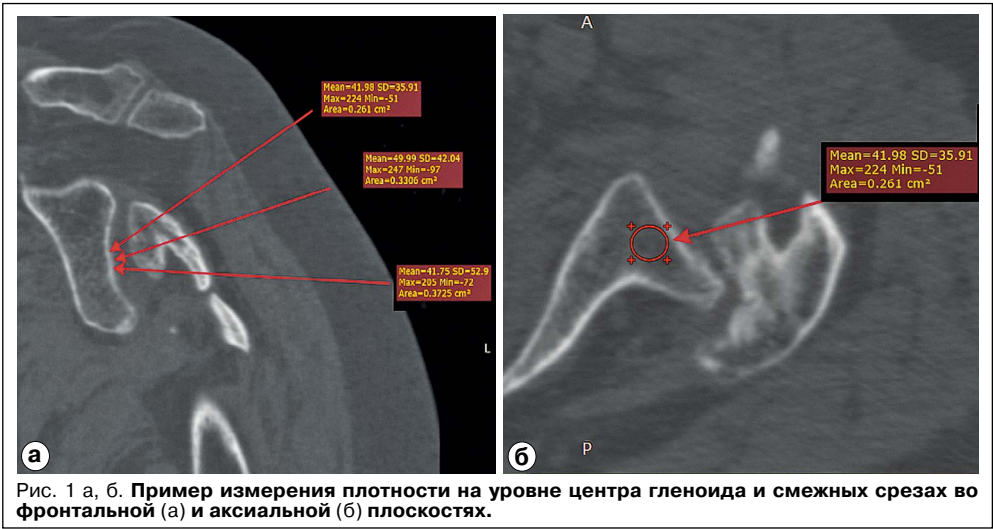
В 1-й группе функциональные нарушения ПС у пациентов отсутствовали. Во 2-й группе отмечались хронический болевой синдром и различной выраженности функциональные нарушения ПС, которые определялись при оценке амплитуды движений с последующим распределением на подгруппы пациентов мужского и женского полов (табл. 1).

В последующем была произведена оценка пациентов 2-й группы в послеоперационном периоде с распределением по подгруппам в зависимости от типа фиксации компонентов эндопротеза и развития послеоперационных осложнений.

Результаты

В 1-й группе патологии ПС не отмечено. Во 2-й группе определялись последствия различных травм:

- среди мужчин в 1 (6,25%) случае наблюдалось застарелое повреждение Хилл–Сакса, у 6 (37,5%) чел. были консо-



лидированные внесуставные переломы проксимального отдела плечевой кости, у 9 (56,25%) чел. – внутрисуставные оскольчатые переломы;

- среди женщин в 9 (37,5%) случаях наблюдались консолидированные внесуставные переломы проксимального отдела плечевой кости, в 15 (62,5%) случаев – внутрисуставные оскольчатые переломы.

Все повреждения ПС сопровождались функциональными нарушениями и проявлениями регионарного остеопороза, выраженность которых в последующем влияла на выбор типа эндопротеза, способов его фиксации, а также на риск возникновения асептической нестабильности компонентов имплантата.

Среди больных с последствиями повреждений ПС, наблюдаемых во 2-й группе, преобладали лица со значительными

функциональными нарушениями (табл. 2).

Снижение плотностных характеристик костной ткани гленоида после травмы ПС определялось относительно, после анализа показателей КТ-плотности у лиц обоих полов в 1-й группе:

- среднее значение у мужчин составило $+430 \pm 86,4$ НУ;

- среднее значение у женщин составило $+404 \pm 80,1$ НУ.

Значения плотностных характеристик гленоида после травмы ПС у больных 2-й группы были ниже в 2,0–4,93 раза, чем у пациентов 1-й группы. Кроме того, у больных 2-й группы определялись признаки снижения КТ-плотности костной ткани гленоида на контралатеральной стороне от поврежденного ПС: у мужчин – в 1,65, у женщин – в 1,97 раз (табл. 3 на с. 48, рис. 1).

Таблица 1

Параметры оценки объема движений в плечевом суставе				
Направление движения	Норма (°)	Ограничение движения (°)		
		Незначительное	Умеренное	Значительное
Сгибание	180–121	120–101	100–81	80>
Разгибание	>30	30–21	20–16	15>
Отведение	180–116	115–101	101–80	80>

Примечание: данные таблицы приведены из Постановления Правительства Российской Федерации от 18.06.2024 № 816 и Приказа Министра обороны Российской Федерации от 7 августа 2023 г. № 506.

Таблица 2

Показатели объема движений в плечевом суставе у пациентов 2-й группы				
Пол	Умеренные функциональные нарушения		Значительные функциональные нарушения	
	Количество (абс./%)	Амплитуда движения (°)	Количество (абс./%)	Амплитуда движения (°)
Мужской	7 (43,75 %)	230±38,1	9 (56,25 %)	132±72,6
Женский	8 (33,3 %)	148±33,6	16 (66,7 %)	85±31,1

В табл. 3 представлены показатели плотности костной ткани гленоида у пациентов:

- без травматических изменений ПС (на контралатеральной стороне от поврежденных) – в столбце «Среднее значение I»;

- с внесуставными переломами костей, образующих ПС, – в столбце «Среднее значение II»;

- с внутрисуставными оскольчатыми переломами костей, образующих ПС, – в столбце «Среднее значение III»;

- с застарелым повреждением Хилл–Сакса – в столбце «Среднее значение IV».

Исходя из полученных числовых значений плотностных характеристик костной ткани гленоида, выявлено более выраженное снижение КТ-плотности со стороны сустава с наличием костно-травматических изменений в подгруппах больных с последствиями оскольчатых внутрисуставных переломов. При этом более значительное снижение КТ-плотности отмечено у женщин.

В процентном соотношении снижение КТ-плотности костной ткани гленоида среди мужчин 2-й группы относительно показателей у лиц мужского пола 1-й группы составило:

- 39,5% – со стороны сустава без костно-травматических изменений;

- 50,5% – при наличии консолидированных внесуставных переломов проксимальных отделов плечевой кости;

- 69,4% – у пострадавших с консолидированными внутрисуставными оскольчатыми переломами проксимальных отделов плечевой кости.

Наименее выраженное снижение КТ-плотности отмечалось у пациента мужского пола с застарелым повреждением Хилл–Сакса и составило 41,2%.

Среди женщин 2-й группы снижение КТ-плотности гленоида относительно его плотности у пациенток 1-й группы составило:

- 49,3% – со стороны сустава без костно-травматических изменений;

- 62,2% – при наличии консолидированных внесуставных переломов проксимальных отделов плечевой кости;

79,8% – у пострадавших с консолидированными внутрисуставными оскольчатыми переломами проксимальных отделов плечевой кости.

Выраженность функционального остеопороза, развивающегося в ответ на перенесенную травму ПС, продемонстрировало снижение КТ-плотности костной ткани гленоида на стороне сустава с костно-травматическими изменениями относительно контралатеральной стороны на симметричном уровне.

Снижение КТ-плотности костной ткани повлияло на способы фиксации компонентов эндопротеза. Цементная фиксация (как наиболее надежная в плане предотвращения асептической нестабильности компонентов эндопротеза) была предпочтительна при снижении КТ-плотности костной ткани более чем на 50,7% у мужчин и на 47,7 % у женщин (эти значения расценивались как пороговые).

Способ цементной фиксации компонентов эндопротеза выбран для пациентов с посттравматическими изменениями ПС в 32 случаях, из них:

- 75% (n=12) – в подгруппе наблюдения среди лиц мужского пола;

- 83,3% (n=20) – в подгруппе наблюдения среди лиц женского пола.

При анализе характера перенесенных повреждений и выраженности нарушения функции ПС следует обратить внимание, что снижение КТ-плотности костной ткани ниже пороговых значений отмечались:

- в 100% случаев пострадавших в подгруппах с внутрисуставными оскольчатыми переломами костей, образующих плечевой сустав, и значительным нарушением его функции (у 9 мужчин и 15 женщин);

- практически у половины от общего числа пациентов в подгруппах наблюдения – в 50% (n=3) случаев у мужчин и в 55,6% (n=5) случаев у женщин – при наличии в анамнезе внесуставных переломов костей, образующих плечевой сустав, со значительным нарушением его функции.

Бесцементная фиксация компонентов эндопротеза проводилась у лиц с умеренными функциональными нарушениями ПС и КТ-плотностью костной ткани гленоида выше порогового значения:

- в 25% (n=4) случаев у мужчин в подгруппе наблюдения с внесуставными по-

Таблица 3

Показатели КТ-плотности костной ткани гленоида у пациентов 2-й группы

Пол	Среднее значение I	Среднее значение II	Среднее значение III	Среднее значение IV
Мужской	260,5±78,1	213±52,3	132±72,6	253±16,2
Женский	205,1±69,2	15±34,0	82±32,1	–

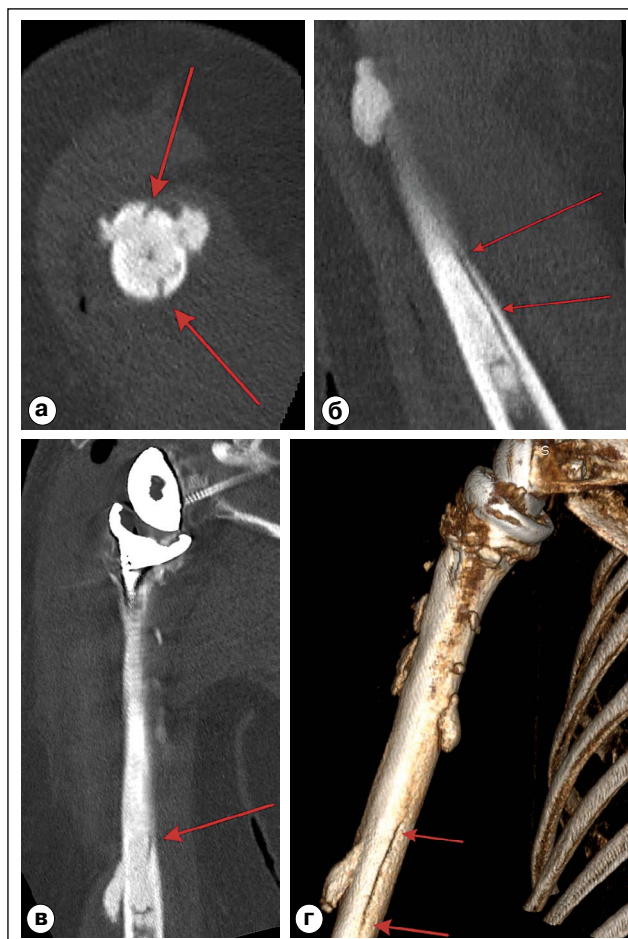


Рис. 2 а, б, в, г. Парапротезный перелом в нижней и средней третях диафиза плечевой кости у пациентки в раннем послеоперационном периоде в аксиальной (а), косо-сагиттальной (б), косо-фронтальной (в) плоскостях и трехмерной реконструкции (г). Линия перелома отмечена красными стрелками.

вреждениями и у 1 пациента с застарелым повреждением Хилл–Сакса;

- в 16,7% (n=4) случаев у женщин с внесуставными переломами.

При оценке послеоперационных осложнений в раннем послеоперационном периоде отмечался 1 случай (2,5%) парапротезного перелома диафиза плечевой кости, выявленный у пациентки из группы с внутрисуставными оскольчатыми переломами области ПС (связан с повторной травмой после падения на оперированную руку), см. рис. 2.

Признаков парапротезной резорбции костной ткани у наблюдаемых больных за период динамического контроля в течение 12 мес. не выявлено.

Обсуждение

Измерение КТ-плотности костной ткани (по данным компьютерной томографии)

в основном сосредоточено на исследовании позвоночника и нижних конечностей [2, 4].

J.J. Schreiber и др. [8] выявили прямую корреляцию между единицами Хаунсфилда, полученными при КТ, выполненной для других целей, и двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрией, что потенциально может представлять альтернативный метод определения плотности костной ткани без проведения дополнительных обследований пациентов.

В ряде работ проводится исследование КТ-плотности костной ткани как фактора риска развития осложнений и неблагоприятных последствий при эндопротезировании крупных суставов.

Так, Р.Б. Денисова, Е.А. Егорова [1] в работе, посвященной лучевой диагностике тазобедренного сустава до и после эндопротезирования, приходят к выводу, что снижение минеральной плотности костной ткани, в частности, определяемое по данным стандартной рентгенографии и КТ-денситометрии, более выражены у пациентов в возрасте старше 60 лет с дегенеративными и травматическими изменениями суставов и служат факторами риска при развитии

осложнений в послеоперационном периоде.

М. Chamseddine и др. [4] в своем исследовании на трупном материале пришли к выводу, что плотность костной ткани в месте имплантации может иметь решающее значение при развитии расшатывания гленоидного компонента эндопротеза. Разница между смещением компонентов эндопротеза среди образцов с различной минеральной плотностью костной ткани была в 4 раза более выражена среди образцов с более низкой плотностью. А.Е. Cody и др. [6] при исследовании 198 пациентов, перенесших тотальное эндопротезирование голеностопного сустава, пришли к выводам, что риск развития парапротезных переломов тесно связан с плотностью костной ткани. При КТ-плотности менее +200 НУ хирурги могут рассмотреть профилактическую внутреннюю фиксацию медиальной лодыжки.

В представленной работе на основании анализа результатов операций реверсивного эндопротезирования ПС была проведена оценка КТ-плотности костной ткани на уровне гленоида лопатки на этапе подготовки к реверсивному эндопротезированию ПС по поводу его посттравматических изменений. Установлено пороговое значение снижения КТ-плотности костной ткани гленоида у лиц среднего и пожилого возраста после внутри- или внесуставных переломов костей, образующих ПС, которое составило 50,7% для мужчин и 47,7 % для женщин.

Исходя из полученных данных в подгруппах наблюдений больных с посттравматическими изменениями ПС можно констатировать, что для обеспечения стабильного положения компонентов эндопротеза, при уменьшении КТ-плотности костной ткани гленоида лопатки ниже порогового значения необходима цементная фиксация его компонентов.

При этом нужно учитывать, что установление порогового значения снижения КТ-плотности костной ткани гленоида может быть достоверным в следующих случаях:

- при сопоставлении данных пациентов, которым планируется эндопротезирование ПС, со значениями КТ-плотности гленоида у лиц молодого возраста (21–25 лет) без повреждений и заболеваний в области плечевых суставов и соматической патологии, влияющей на минеральный обмен;

- при проведении сканирования на одних и тех же компьютерных томографах с одинаковыми техническими параметрами съемки.

Выводы

1. В ходе исследования установлено пороговое значение снижения КТ-плотности костной ткани гленоида у лиц среднего и пожилого возраста с посттравматическими изменениями плечевого сустава, которое составило 50,7% для лиц мужского пола и 47,7% для лиц женского пола среднего и пожилого возраста (по сравнению с КТ-плотностью гленоида у лиц молодого возраста без нарушений минерального обмена и патологии плечевых суставов).

2. Более выраженное снижение КТ-плотности костной ткани гленоида лопатки отмечено после внутрисуставных оскольчатых переломов проксимального отдела плечевой кости, сопровождающихся значительными функциональными нарушениями плечевого сустава, а также у женщин в менопаузе.

3. Снижение КТ-плотности костной ткани гленоида лопатки, выявленное на этапе планирования установки реверсивного эндопротеза плечевого сустава по поводу его посттравматических изменений, является важным предиктором развития асептической нестабильности, и критерием, влияющим на выбор фиксации его компонентов (при снижении КТ-плотности ниже порогового значения предпочтительна цементная фиксация).

Литература

1. Денисова Р.Б., Егорова Е.А. Лучевая диагностика изменений тазобедренного сустава до и после эндопротезирования / Автореф. дис. ... канд. мед. наук – М. – 2010. – С. 13–20.
2. Дьячков К., Дьячкова Г., Аранович А., Ларионова Т., Васильев А. Диагностический алгоритм обследования больных с укорочением и деформациями конечности до, в процессе и после лечения с целью изучения качества кости // Радиология – практика. – 2016; (4):8-18.
3. Свешников К.А., Свешников А.А. Возрастные изменения минеральной плотности костей скелета у людей с разными антропометрическими данными // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 4–1. – С. 116–122.
4. Chamseddine M., Breden S., Pietschmann M.F., Müller P.E., Chevalier Y. Periprosthetic bone quality affects the fixation of anatomic glenoids in total shoulder arthroplasty: in vitro study // J Shoulder Elb Surg. – 2019; 28(1):e18–28.
5. Chen L., Wu X.Y., Jin Q., Chen G.Y., Ma X. The correlation between osteoporotic vertebrae fracture risk and bone mineral density measured by quantitative computed tomography and dual energy X-ray absorptiometry: a systematic review and meta-analysis // Eur Spine J. – 2023 Nov; 32(11):3875–3884. Doi: 10.1007/s00586-023-07917-9
6. Cody E.A., Lachman J.R., Gausden E.B., Nunley J.A. 2nd, Easley M.E. Lower Bone Density on Preoperative Computed Tomography Predicts Periprosthetic Fracture Risk in Total Ankle Arthroplasty // Foot Ankle Int. – 2019 Jan; 40(1):1-8. Doi: 10.1177/1071100718799102
7. Galvin J.W., Kim R., Ment A., Durso J., Joslin P.M.N., Lemos J.L., Novikov D., Curry E.J., Alley M.C., Parada S.A., Eichinger J.K., Li X. Outcomes and complications of primary reverse shoulder arthroplasty with minimum of 2 years' follow-up: a systematic review and meta-analysis // J Shoulder Elbow Surg. – 2022 Nov; 31(11):e534–e544. Doi: 10.1016/j.jse.2022.06.005
8. Schreiber J.J., Anderson P.A., Rosas H.G., Buchholz A.L., Au A.G. Hounsfield units for assessing bone mineral density and strength: a tool for osteoporosis management // J Bone Joint Surg Am. 2011 Jun 1; 93(11):1057–63. Doi: 10.2106/JBJS.J.00160