

Методика оценки состояния субхондральной пластины при рентгенографии коленного сустава у пациентов с остеоартрозом

Алешкевич А.И.

Белорусский государственный медицинский университет, Минск

Aleshkevich A.I.

Belarusian State Medical University, Minsk

Methods for assessing the condition of the subchondral plate during X-ray of the knee joint in patients with osteoarthritis

Резюме. Описана методика оценки костной плотности подхрящевой области большеберцовой кости с использованием компьютерной программы анализа цифровых рентгенограмм. Методика основана на расчете относительного показателя оптической интенсивности субхондральной пластины медиального и латерального плато большеберцовой кости при использовании опции построения гистограмм срезов оптической интенсивности рентгенограмм коленного сустава через середину медиального и латерального плато большеберцовой кости. Методика также позволяет проводить визуальную оценку форм гистограмм в норме и при различных стадиях остеоартроза. Проведен статистический анализ полученных результатов.

Ключевые слова: остеоартроз, остеоартрит, коленный сустав, рентгенография, субхондральная пластина, субхондральный склероз.

Медицинские новости. – 2021. – №8. – С. 60–63.

Summary. The article describes a technique for assessing the bone density of the subchondral region of the tibia using a computer program for analyzing digital radiographs. The author proposed a technique based on the calculation of the relative index optical intensity of the subchondral plate of the medial and lateral plateau of the tibia using the option of constructing histograms of optical intensity slices of radiographs of the knee joint through the middle of the medial and lateral plateau of the tibia. The developed technique also allows for a visual assessment of the shapes of histograms in normal conditions and at various stages of osteoarthritis. The author carried out a statistical analysis of the results obtained.

Keywords: osteoarthritis, knee joint, X-ray diagnosis, subchondral plate, subchondral sclerosis.

Meditsinskie novosti. – 2021. – N8. – P. 60–63.

Сегодня остеоартроз, или остеоартрит (ОА), входит в число наиболее распространенных заболеваний, поражающих до 4% населения планеты, а в структуре ревматических заболеваний занимает первое место как в Республике Беларусь, так и во всем мире [4, 7, 8, 12]. При этом на долю ОА коленного сустава приходится более 50% [3, 12]. Основным лучевым методом диагностики ОА коленного сустава до настоящего времени является рентгенография в двух стандартных проекциях [2].

С современных позиций ОА определяется как гетерогенная группа заболеваний различной этиологии, имеющих сходные биологические, морфологические и клинические исходы. В основе данного заболевания лежит поражение всех анатомических элементов сустава – суставного хряща и субхондральной кости, суставной капсулы, синовиальной оболочки, сухожильно-связочного аппарата, периартикулярных мышц [4–6]. И одним из наиболее важных факторов в патогенезе ОА, по мнению многих авторов, являются патологические процессы в субхондральной кости. Данные процессы могут потенциально быть как результатом, так и причиной потери суставного хряща. Существует теория, в соответствии с которой происходящие в субхондральной кости изменения в ряде случаев являются, возможно, первичными и способны инициировать деградацию суставного хряща. Таким образом, значение минеральной плотности костной ткани субхондральных участков большеберцовой кости (ББК) может рассматриваться в качестве предиктора прогрессирования ОА [1]. Известна методика определения базовой трабекулярной целостности кости (baseline bone trabecular integrity, ВТИ) медиального плато ББК как одного из ранних признаков наличия ОА коленного сустава [10].

Тем не менее во многих известных в настоящее время классификациях ОА, в том числе и наиболее часто используемой «эталонной» классификации J. Kellgren и J. Lawrence (K&L) (1957), изменение плотности субхондральной кости (субхондральный склероз) не рассматривается в качестве наиболее раннего признака заболевания [9, 11]. Кроме того, нет общепризнанной объективной методики определения данного показателя по рентгенограммам.

Цель исследования – разработка методики оценки состояния субхондральной пластины ББК при рентгенографии

Таблица 1 Характеристика групп пациентов в исследовании

Характеристика		Основная группа, n=183	Контрольная группа, n=113	p
Возраст, лет		52 (47–57)	42 (36–49)	0,69
Пол	мужской	61 (33,3%)	45 (39,8%)	0,49
	женский	122 (66,7%)	68 (60,2%)	

Таблица 2 Характеристика подгрупп с различными стадиями ОА и их сравнение

Характеристика		1-я стадия ОА, n=103	2-я стадия ОА, n=48	3-я стадия ОА, n=32
Возраст, лет		49 (43,5–53,0)	52 (47,5–58,5)	53 (48–60)
Значение p		p=0,57		p=0,20
Пол	мужской	37 (35,9%)	19 (39,6%)	5 (15,6%)
	женский	66 (64,1%)	29 (60,4%)	27 (84,4%)

Таблица 3 Средние значения ОПОИ медиального и латерального плато ББК, сравнительный анализ

Показатель	Контрольная группа, n=113	1-я стадия ОА, n=103	2-я стадия ОА, n=48	3-я стадия ОА, n=32
1	2	3	4	5
ОПОИ медиального плато ББК	1,004* (0,967–1,037)	1,006 (0,966–1,037)	1,027 (0,971–1,095)	0,996** (0,929–1,063)
Сравнение 2 и 3, 3 и 4, 4 и 5 (p)	p=0,97		p=0,019	p=0,097
ОПОИ латерального плато ББК	0,963* (0,923–1,003)	0,983 (0,929–1,047)	1,035 (0,973–1,132)	1,132** (1,035–1,236)
Сравнение 2 и 3, 3 и 4, 4 и 5 (p)	p<0,015		p<0,001	p=0,04

Примечание: * – статистически значимое различие показателей ОПОИ медиального и латерального плато ББК контрольной группы $p<0,001$; ** – статистически значимое различие показателей ОПОИ медиального и латерального плато ББК подгруппы с 3-й стадией ОА; не получено статистически значимое различие показателей ОПОИ медиального и латерального плато ББК подгруппы с 1-й и 2-й стадиями ОА (соответственно $p=0,11$ и $p=0,97$).

коленного сустава у пациентов с ОА с использованием компьютерной программы анализа цифровых рентгенограмм и определение относительного показателя оптической интенсивности (ОПОИ) в норме и при различных стадиях ОА.

Материалы и методы

В качестве материала исследования послужили результаты рентгенографических исследований. Объектом исследования являлись пациенты контрольной группы и лица с различными стадиями ОА коленного сустава (основная группа).

Метод рентгенографии коленных суставов заключался в проведении стандартного рентгенографического исследования в прямой задней и боковой проекциях.

Исследование было разделено на два этапа. На первом осуществлялась визуальная оценка рентгенограмм коленного сустава, диагностика ОА основывалась на определении наличия сужения суставной щели и ее степени,

субхондрального остеосклероза, остеофитоза и его выраженности, деформации суставных концов, перестройки внутренней структуры костей, нарушения взаимоотношения суставных поверхностей, стадии ОА определялись по J. Kellgren и J. Lawrence. На 2-м этапе проводился анализ рентгенограмм на компьютере с использованием программы анализа рентгенографических изображений, в которой применялась опция построения гистограмм срезов оптической интенсивности для расчета ОПОИ субхондральной пластины медиального и латерального плато ББК.

В группу контроля вошли 113 человек, критерием отбора было отсутствие боли в коленных суставах, травм в прошлом (группа добровольцев), пациенты, у которых проводилось контрольное исследование противоположного сустава при подозрении на травматические повреждения менисков и связочного аппарата

одного сустава сроком до 1 месяца при отсутствии жалоб и клинических проявлений заболевания. Медиана возраста составила 42 (36–49) года. Количество мужчин было 45 (39,8%), женщин – 68 (60,2%).

В основную группу пациентов с ОА вошли 183 человека, медиана возраста составила 52 (47–57) года. Количество мужчин – 61 (33,3%), женщин – 122 (66,7%) (табл. 1).

Группы сопоставимы по возрасту и полу.

Статистический анализ проводили с использованием статистических программ Microsoft Excel, STATISTICA 10, непараметрическими методами. Уровень статистической значимости был принят более 95% ($p < 0,05$). При сравнении показателей в группах применяли тест Манна – Уитни.

Результаты и обсуждение

После визуальной оценки рентгенограмм и определения стадии ОА основная группа ($n=183$) разделена на три подгруппы. Характеристика подгрупп с различными стадиями ОА представлена в таблице 2.

Исследуемые группы сопоставимы по возрасту и полу (за исключением 3-й стадии, где значительно преобладали пациенты женского пола).

Для методики оценки костной плотности подхрящевой области ББК была

освоена программа анализа цифровых рентгенограмм на компьютере MultiVox DICOM Viewer (свободно распространяемая программа) с использованием опции построения гистограмм срезов оптической интенсивности. Методика заключается в определении значений оптической интенсивности подхрящевой медиальной и латеральной области ББК по пиковым значениям гистограмм в осевой плоскости, затем устанавливается их отношение к пиковым значениям срезов интенсивности медиальной кортикальной пластины ББК в горизонтальной плоскости на расстоянии 9–10 см от верхних контуров этой кости и произведение итоговых значений на поправочный коэффициент (произведение оптической интенсивности латеральной и медиальной пластин). Это позволяет получить ОПОИ, который практически не зависит от характеристик рентгеновского излучения при выполнении снимка, контрастности снимка, преобразования интенсивности (линейного, экспоненциального и логарифмического).

Определение значений ОПОИ медиального и латерального плато ББК, который соответствует степени костной плотности субхондральной пластины.

Группа контроля ($n=113$). Медиана ОПОИ медиального плато ББК составила 1,004 (0,967–1,037), латерального плато – 0,963 (0,923–1,003). При сравнении двух средних значений получено статистически значимое различие ($p < 0,001$).

Подгруппа пациентов с 1-й стадией ОА ($n=103$). Медиана ОПОИ медиального плато ББК составила 1,006 (0,966–1,037), латерального – 0,983 (0,929–1,047).

При сравнении этих двух средних показателей не получено статистически значимого различия ($p=0,11$). Сравнение медиан ОПОИ медиального плато ББК контрольной группы и аналогичного показателя подгруппы с 1-й стадией ОА не выявило статистически значимого различия ($p=0,97$). Сравнение медиан ОПОИ латерального плато ББК контрольной группы и аналогичного показателя подгруппы с 1-й стадией ОА позволило обнаружить статистически значимое различие ($p=0,015$).

Подгруппа пациентов со 2-й стадией ОА ($n=48$). Медиана ОПОИ медиального плато ББК составила 1,027 (0,971–1,095), латерального – 1,035 (0,973–1,132). При сравнении этих двух средних показателей не получено статистически значимого различия ($p=0,97$). Сравнение медиан ОПОИ медиального плато ББК подгруппы 1-й стадии ОА и аналогичного показателя подгруппы со 2-й стадией ОА выявило статистически значимое различие ($p=0,019$). При проведении сравнения между средними значениями ОПОИ латерального плато ББК у подгруппы с 1-й стадией ОА и подгруппы со 2-й стадией ОА также получено статистически значимое различие ($p < 0,001$).

Подгруппа пациентов с 3-й стадией ОА ($n=32$). Медиана ОПОИ медиального плато ББК составила 0,996 (0,929–1,063), латерального плато – 1,132 (1,035–1,236). При сравнении двух средних показателей получено статистически значимое различие ($p=0,0016$). Сравнение медиан ОПОИ медиального плато ББК подгруппы со 2-й стадией ОА и аналогичного показателя подгруппы с 3-й стадией ОА не выявило статистически значимого различия ($p=0,097$). При проведении сравнения между средними значениями ОПОИ латерального плато ББК у подгруппы со 2-й стадией ОА и подгруппы с 3-й стадией ОА было обнаружено статистически значимое различие ($p=0,04$). Значения относительного показателя ОПОИ медиального и латерального плато ББК

Рисунок 1 Гистограмма среза интенсивности при определении ОПОИ медиального плато ББК, норма (контрольная группа), где вертикальной линией отмечена максимальная интенсивность, левая часть гистограммы – прилегающая часть ББК, область рентгеновской суставной щели (РСЩ) обозначена стрелкой, БК – костная структура бедренной кости, ось Y – абсолютные значения оптической интенсивности, ось X – расстояние

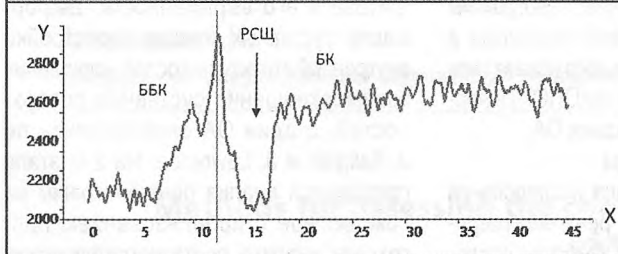


Рисунок 2 Гистограмма среза интенсивности при определении ОПОИ медиального плато ББК при 2-й стадии ОА, обозначения аналогичны рис. 1.

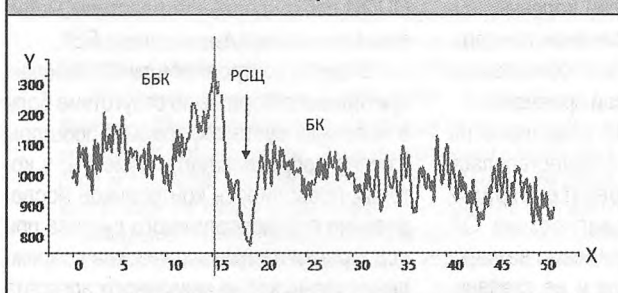
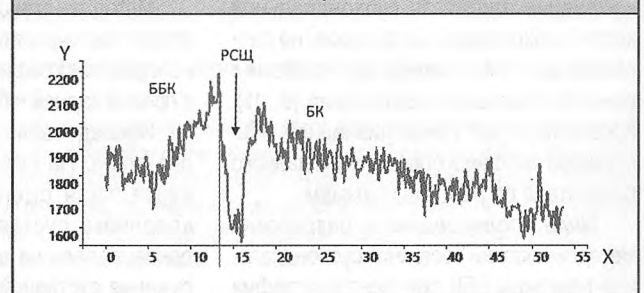


Рисунок 3 Гистограмма среза интенсивности при определении ОПОИ медиального плато ББК при 3-й стадии ОА, обозначения аналогичны рис. 1.



в норме и при различных стадиях ОА и их сравнительный анализ представлены в таблице 3.

Помимо определения значения ОПОИ проводилась визуальная оценка формы гистограммы в норме и при различных стадиях ОА. Это позволило выявить ряд особенностей, прежде в форме гистограмм (наличие пика максимальной интенсивности и особенности кривой слева от пикового значения). Эти особенности представлены на рисунках 1–3.

Заключение

Таким образом, ОПОИ, рассчитанный по результатам построения гистограмм срезов оптической интенсивности, можно рассматривать как объективный показатель степени костной плотности субхондральной пластины (субхондрального склероза) медиального и латерального плато ББК.

Полученные значения ОПОИ свидетельствуют о том, что отсутствует достоверное различие средних значений ОПОИ медиального плато ББК у контрольной группы и подгруппы с 1-й стадией ОА, этот параметр становится достоверным при

сравнении средних значений подгруппы с 1-й стадией ОА и подгруппы со 2-й стадией ОА. В то же время не было получено статистически значимое различие средних значений ОПОИ медиального плато ББК у подгрупп со 2-й и 3-й стадиями ОА.

С другой стороны, удалось получить данные об имеющемся достоверном различии средних значений латерального плато ББК у контрольной группы и подгруппы с 1-й стадией ОА, а также последующими 2-й и 3-й стадиями.

Кроме того, визуальная оценка формы гистограммы среза интенсивности будет способствовать лучшему пониманию патологических изменений (патологической костной перестройки) в субхондральной области ББК.

Это позволяет видеть перспективу использования данной методики как дополнительной в рамках рентгенометрии для более точного определения наличия и степени ОА коленного сустава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Л.И., Зайцева Е.М. // РМЖ. – 2004. – №20. – С.1133.

2. Алешкевич А.И., Мартусевич Н.А., Бондарь Т.В. // Мед. журнал. – 2019. – №2. – С.42–47.
 3. Беневоленская Л.И. Эпидемиология ревматических болезней / Л.И. Беневоленская, М.М. Бржезовский. – М., 2012. – 237 с.
 4. Берглезов М.А., Андреева Т.М. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2006. – №4. – С.79–86.
 5. Каратеев А.Е., Лиля А.М. // Научно-практич. ревматология. – 2018. – №56 (1). – С.70–81.
 6. Михайлов А.Н., Алешкевич А.И. // Вестник национальной академии наук. – 2003. – №1. – С.5–11.
 7. Сеть, кадры организаций здравоохранения и заболеваемость населения в Республике Беларусь, 2016: стат. бюл. / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2017. – 52 с.
 8. Сорока Н.Ф. // Здравоохранение. – 2009. – №11. – С.34–38.
 9. Kellgren J.H., Lawrence J.S. // Ann. Rheum. Dis. – 1957. – Vol.16. – P.496–501.
 10. Kraus V.B., et al. // Arthritis Rheum. – 2013. – Vol.65, N7. – P.1812–1821.
 11. Wright R.W. // J. Bone Joint Surg Am. – 2014. – Vol.96. – P.1145–1151.
 12. Vos T., Flaxman A.D., Naghavi M., et al. // Lancet. – 2012. – Vol.380. – P.2163–2196.

Поступила 24.03.2021 г.