

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ФИЛЛЕРОВ НА ОСНОВЕ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ В ОТДАЛЕННОМ ПЕРИОДЕ С ПОМОЩЬЮ МРТ

И.Н. Бондаренко¹, Е.С. Устинова¹, С.В. Васильев²¹ ГБУЗ «Городская поликлиника № 7 г. Краснодара» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар² ООО «ЭЮЦ Клиник», Москва

THE STATE OF HYALURONIC ACID-BASED FILLERS AT THE DISTANT PERIOD USING MRI EXAMINATION

I.N. Bondarenko¹, E.S. Ustinova¹, S.V. Vasiliev²¹ Krasnodar City Polyclinic No. 7, Krasnodar, Russia² LLC «EUC Clinic», Moscow, Russia

* E-mail: docbin81@gmail.com

Аннотация

Поиск объективных критериев оценки состояния мягких тканей после инъекций гиалуроновой кислоты (ГК) с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) представляет научный и практический интерес. **Цель исследования** – изучить сигнальные характеристики филлеров на основе ГК в мягких тканях лица после контурной пластики в отдаленном периоде при МРТ в различных режимах сканирования. **Материалы и методы.** Проанализированы результаты МРТ 30 женщин после контурной пластики филлерами на основе ГК в период не менее одного года после процедуры. МРТ выполнена на томографе SIMENS MAGNETOM Aera 1.5 T, в режимах T1-ВИ, T2-ВИ, T2 STIR, T2 FLAIR, PD fs в трех плоскостях, толщина среза составляла 3–4 мм. **Результаты.** По результатам МРТ мягких тканей лица филлер чаще локализовался в проекции носогубных складок (86.7%), мягких тканях губ (83.3%), периорбитальной и инфраорбитальной областях (80%). Филлер также выявляли в участках, в которые изначально его не вводили – в инфраорбитальной области, проекции комка Биша, проекции переднего края жевательной мышцы, в жевательной мышце, что может свидетельствовать о миграции или дислокации. Медианное значение суммарного объема введенного филлера составило 5 мл, срока обращения после введения филлера – пять лет. **Заключение.** Филлеры на основе ГК хорошо дифференцируются во всех использованных режимах: на T1-ВИ-изображениях сигнал от филлера был гипоинтенсивным, на T2-ВИ-, T2 STIR-, PD fs-изображениях – гиперинтенсивным, и на T2 FLAIR-изображениях – вариативным.

Ключевые слова: МРТ, контурная пластика, осложнения косметологии, гиалуроновая кислота

Abstract

To find objective criteria for assessing the state of soft tissues after injections of hyaluronic acid (HA) using magnetic resonance imaging (MRI) has a scientific and practical interest. **Purpose.** To study HA signaling characteristics in facial soft tissues after the contour plasty at the distant period using MRI in various scanning modes. **Materials and methods.** MRI scans of 30 women after contour plasty with HA-based fillers for at least one year after the procedure were analyzed. MRI device – SIMENS MAGNETOM Aera 1.5 T tomograph, in T1-VI, T2-VI, T2 STIR, T2 FLAIR, PD fs modes in 3 planes, slice thickness 3–4 mm – was used for this. **Results.** While analyzing the obtained MRI findings, it was found out that the filler was more often localized in the projection of nasolabial folds (86.7%), lip soft tissues (83.3%), periorbital and infra-orbital areas (80%). Filler was also detected in the areas into which it had not been initially injected – infra-orbital region, Bichat fat pad projection, projection of the masticatory muscle anterior edge. It may indicate filler migration or dislocation. The median value of the total filler injected volume was 5 ml; a visit for cosmetologic complications was 5 years after the filler injection. **Conclusion.** HA-based fillers are differentiated well in all modes used: in T1-VI images, signal from the filler was hypointensive; in T2-VI images, T2 STIR, PD fs - hyperintensive; and in T2 FLAIR – variable.

Keywords: MRI, contouring plasty, cosmetologic complications, hyaluronic acid

Ссылка для цитирования: Бондаренко И.Н., Устинова Е.С., Васильев С.В. Оценка состояния филлеров на основе гиалуроновой кислоты в отдаленном периоде с помощью МРТ. *Кремлевская медицина. Клинический вестник.* 2026; 3: 82–87.

Введение

По данным литературы, стремительно растет как количество эстетических процедур, так и число связанных с ними осложнений [1, 2]. Ультразвуковые (УЗ) технологии по контролю нежелательных последствий контурной пластики и инволюционных изменений кожи уже давно активно используются в эстетической медицине [3–5]. Актуальным вопросом остается поиск новых методов визуализации изменений в мягких тканях после инъекций филлеров. Имеются

только отдельные публикации с описанием сигнальных характеристик от различных по химическому составу филлеров на магнитно-резонансных томограммах (МРТ) у пациентов после контурной пластики, где филлеры на основе ГК определялись как гиперинтенсивные образования в режимах T2-ВИ и при жироподавлении [6, 7]. В исследовании P. Mundada и соавт. отмечено, что сигнал от гиалуроновой кислоты (ГК) соответствуют высокому содержанию воды [8]. На первом месте среди нежелательных явлений контурной пластики

выделяют отеки, которые также содержат большое количество жидкости [9]. Пока мало изучены вопросы дифференциальной диагностики при МРТ отеков и ГК у пациентов с нежелательными последствиями введения филлеров. Сравнительное исследование данных, полученных при УЗ- и МРТ-исследованиях, продемонстрировало, что оба метода позволяют визуализировать отек и филлер после контурной пластики, при этом МРТ дает более четкое представление о границах между ГК и инфильтративными изменениями [10]. Топография расположения импланта в мягких тканях, информация о его объеме позволяют выбрать оптимальную тактику лечения и осуществить последующий контроль эффективности проводимой терапии. В этой связи изучение особенностей семиотики интрадермальных имплантов с помощью МРТ представляет практический интерес, что позволяет оценить результаты контурной пластики и качество оказания медицинской помощи.

Цель исследования – изучить сигнальные характеристики филлеров на основе ГК в мягких тканях лица после контурной пластики в отдаленном периоде при МРТ в различных режимах сканирования.

Материалы и методы

Выполнено одноцентровое поперечное пилотное исследование пациенток с клиническими проявлениями с ретроспективной оценкой анамнеза инъекционных вмешательств. МРТ-исследования проведены 30 женщинам в возрасте от 23 до 65 лет (средний возраст – 41.2 ± 9.6 года), обратившихся с жалобами на неудовлетворительные результаты контурной пластики в отдаленном периоде. Всем пациенткам в течение 2–10 лет до обращения в медицинский центр были инъекцированы препараты на основе ГК, а также, кроме филлеров на основе ГК, трем женщинам были имплантированы субдермально препараты полимолочной кислоты и одной – неизвестный филлер. По данным анамнеза, количество введенного геля варьировало в диапазоне 1–10 мл. Медианное значение (Q1–Q3) суммарного объема введенного филлера – 5 (4–8) мл, срока обращения после процедуры – 5 (3–6.5) лет.

МРТ выполнено на томографе SIMENS MAGNETOM Aera 1.5 T, в режимах T1-ВИ, T2-ВИ, T2 STIR, T2 FLAIR, PD fs в трех взаимно перпендикулярных плоскостях от уровня свода черепа до нижнего края С4, толщина среза – 3–4 мм.

Для оценки характера (интенсивности) сигнала измененной и неизменной (жировой) ткани в каждом из режимов МРТ использовали полуколичественную порядковую шкалу интенсивности МР-сигнала (ППШИ):

Цвет											
Баллы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Оценки по ППШИ соответствовали следующим видам сигналов: гиперинтенсивный сигнал – 0 баллов; слабогиперинтенсивный сигнал – 1–4 балла; изоинтенсивный сигнал – 5 баллов; изогипоинтенсивный сигнал – 6 баллов; слабогипоинтенсивный сигнал – 7–9 баллов; гипоинтенсивный сигнал – 10 баллов. Неизменной жировой ткани в режиме T1-ВИ соответствовал слабогиперинтенсивный сигнал (1 балл), в T2-ВИ – слабогиперинтенсивный сигнал (1 балл), в T2 STIR – слабогипоинтенсивный сигнал (8 баллов), T2 FLAIR – изоинтенсивный сигнал (5 баллов), в PD fs – изогипоинтенсивный сигнал (6 баллов).

Статистическая обработка данных предусматривала использование пакета прикладных программ SAS® версии 9.4

и Microsoft Excel 2010 для оформления результатов расчетов. Проверку близости выборочного распределения нормальному закону распределения осуществляли с применением критерия Шапиро – Уилка. Категориальные данные описывали абсолютной и относительной частотой (доли или проценты от объема выборки) встречаемости события и ее доверительным интервалом. Доверительный интервал (ДИ) частоты рассчитывали с помощью модифицированного метода Уилсона (WEMBC). Для количественных данных, распределение которых было близко к нормальному распределению, использовали среднее значение и стандартное отклонение ($M \pm SD$). Для количественных данных, распределение которых не соответствовало нормальному распределению, в описательной статистике использовали медианное значение и межквартильный интервал (первый квартиль Q1 и третий квартиль Q3) – Me (Q1; Q3). Кроме того, описательная статистика включала объем выборки (n). Для оценки статистической связи анализируемых показателей применяли непараметрический корреляционный анализ Кендалла. С учетом пилотного характера исследования и малого объема выборки и с целью обозначить тенденции для возможных дальнейших исследований [11] в статье был принят порог двустороннего значения уровня p, не превышающий 0.10 ($p \leq 0.10$).

Результаты

В 29 (96.7%) случаях пациентки предъявляли жалобы на рецидивирующие отеки, в 2 (6.7%) – на уплотнение в месте введения, в 13 (43.3%) случаях фигурировала гиперкоррекция в виде асимметрии объема мягких тканей средней трети лица при осмотре, без нарушения двигательной функции мимических мышц. На момент обращения внешние проявления отека (он локализовался в периорбитальной области у 13 (43.3%) пациенток) присутствовали у 17 (56.7%) женщин, также наблюдалась пастозность в области носогубных складок, в области подбородка; у двух женщин отмечалась пастозность всего лица. В одном случае в проекции носослезной борозды и вдоль нижнего костного края обеих орбит пальпировалось уплотнение, не спаянное с кожей, размером с фасоль.

Со слов пациенток филлеры им вводили в различные анатомические области лица (рис. 1), чаще всего – в носогубные складки, мягкие ткани губ и периорбитальную область (86.7, 83.3 и 80% соответственно), реже всего – в мочки ушей и в область лба (по 7%).

По результатам МРТ филлер определялся в виде участков с гипоинтенсивным сигналом в T1-ВИ в мягких тканях лица у всех пациенток (рис. 2 а), в T2-ВИ визуализировался в виде гиперинтенсивных и слабогиперинтенсивных масс на отдельных участках, соответственно в 29 и 4 случаях (рис. 2б, 3а). В режиме жироподавления (T2 STIR) также встречались варианты сигналов, отличающиеся по интенсивности (у всех пациенток определялись гиперинтенсивные участки, в пяти случаях наблюдали слабогиперинтенсивные) (рис. 2в, 3б). В режиме подавления жидкости (T2 FLAIR) интенсивность сигнала филлера варьировала от гипо- до гиперинтенсивного, у пяти пациенток регистрировали однотипный сигнал, у 25 – сочетание двух-трех типов сигнала от разных фрагментов импланта (рис. 2г, 3в). В режиме PD fs сигнал был гиперинтенсивный и слабогиперинтенсивный (рис. 3г) (табл. 1). Участки с измененным сигналом были округлой, овальной или неправильной форм с четкими ровными или неровными краями.

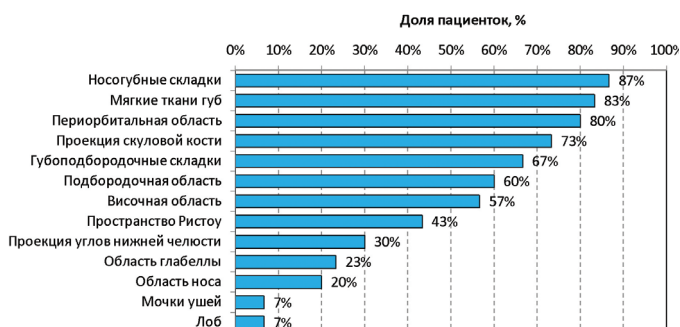


Рис. 1. Локализация филлеров в мягких тканях лица по данным анамнеза (n = 30)

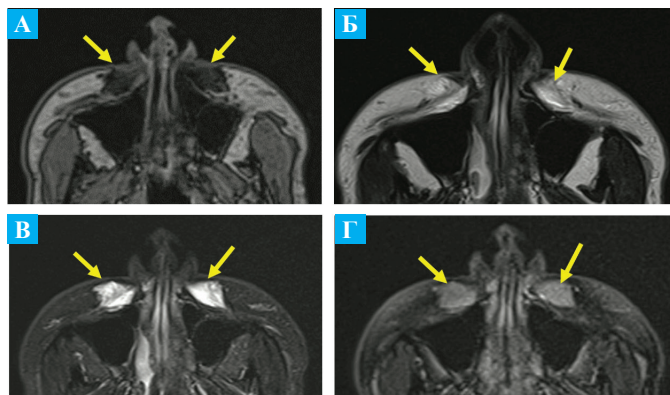


Рис. 2. Результаты МРТ-исследования в режимах T1-ВИ (а), T2-ВИ (б), T2 STIR (в), T2 FLAIR (г) в аксиальной плоскости на уровне носогубных складок: желтые стрелки – филлер как гипointенсивный сигнал (а), гиперинтенсивный (в), слабогиперинтенсивный (б, г)

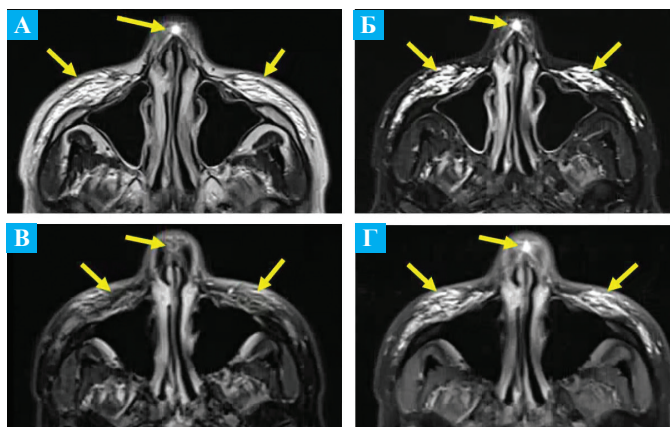


Рис. 3. Результаты МРТ-исследования в режимах T2-ВИ (а), T2 STIR (б), T2 FLAIR (в), PD fs (г) в аксиальной плоскости на уровне кончика носа: желтые стрелки – филлер как гиперинтенсивный сигнал (а, б, г) и изоинтенсивный сигнал (в)

При МРТ-исследовании пациентов (оно проводилось в течение 2–10 лет после введения филлера) измененные участки подкожной жировой клетчатки были обнаружены фактически во всех анатомических областях лица, наиболее часто встречались в проекции носогубных складок, мягких тканях губ, периорбитальной и инфраорбитальной областях (табл. 2).

Как показали результаты анализа, измененные участки ПЖК всегда выявляли в тех областях, в которые был введен филлер ранее. В то же время изменения сигнала ПЖК иногда обнаруживали и в областях, в которые филлер не инъекци-

Таблица 1

Интенсивность МР-сигнала (n = 30), абс. (%)

Режим	Вид МР-сигнала	Количество пациенток
T1-ВИ	Гипointенсивный	30 (100)
T2-ВИ	Гиперинтенсивный	29 (97)
	Слабогиперинтенсивный	4 (13)
T2 STIR	Гиперинтенсивный	30 (100)
	Слабогиперинтенсивный	5 (17)
T2 FLAIR	Слабогиперинтенсивный	22 (73)
	Изоинтенсивный	19 (63)
	Гипointенсивный	15 (50)
	Гиперинтенсивный	5 (17)
PD fs	Гиперинтенсивный	28 (93)
	Слабогиперинтенсивный	2 (7)

Примечание. У одной пациентки могли одновременно выявляться очаги с разными типами сигнала.

Таблица 2

Локализация филлеров по результатам МРТ (n = 30), абс. (%)

Локализация	Количество пациенток			
	по данным анамнеза		по результатам МРТ	
Носогубные складки	26	(87)	26	(87)
Мягкие ткани губ	25	(83)	25	(83)
Периорбитальная область	24	(80)	24	(80)
Инфраорбитальная область	Не вводили		24	(80)
Проекция скуловой кости	22	(73)	22	(73)
Губоподбородочные складки	20	(67)	20	(67)
Проекция комка Биша	Не вводили		18	(60)
Подбородочная область	18	(60)	18	(60)
Височная область	17	(57)	17	(57)
Пространство Ристоу	13	(43)	13	(43)
Проекция углов нижней челюсти	9	(30)	9	(30)
Проекция переднего края жевательной мышцы	Не вводили		7	(23)
Область габеллы	7	(23)	7	(23)
Область носа	6	(20)	6	(20)
Жевательная мышца	Не вводили		5	(17)
Мочки ушей	2	(7)	2	(7)
Лоб	2	(7)	2	(7)

ровался – в инфраорбитальной области, проекции комка Биша, проекции переднего края жевательной мышцы, в жевательной мышце (табл. 2).

МР-признаки инфильтративных изменений наблюдали у 11 (36.7%) пациенток в таких анатомических областях, как периорбитальная, проекция переднего края жевательной мышцы, область подбородка. Отек визуализировался в виде зоны повышения интенсивности сигнала в режиме T2 STIR, без четких границ и контуров вокруг филлера, который определялся как более гиперинтенсивный участок с четкими контурами и границами. Как вторичные находки у 13 (43.3%) пациенток выявлен отек придаточных пазух носа, у 9 (30%) – кисты (рис. 4).

В 15 (50%) случаях в проекции носогубных складок, комка Биша, скуловой кости, костного края орбиты в режимах T2-ВИ по периферии фрагментов гиперинтенсивного филлера визуализировался перифокальный гипointенсивный сигнал или линейные гипointенсивные включения в мягких тканях. Наличие гипointенсивного сигнала в виде пери-

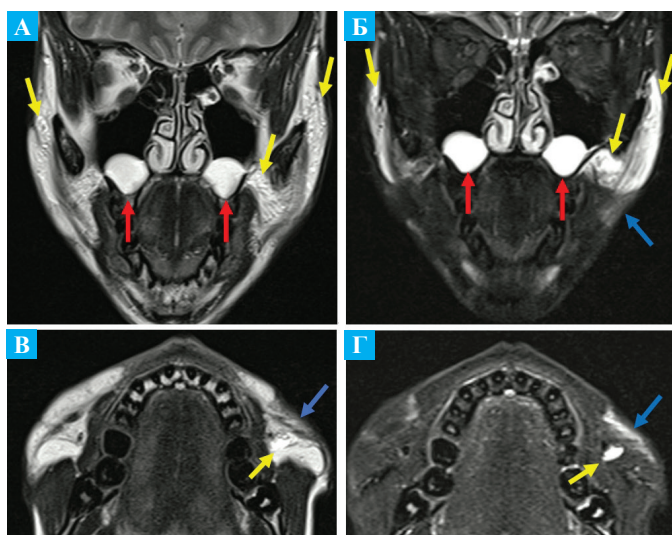
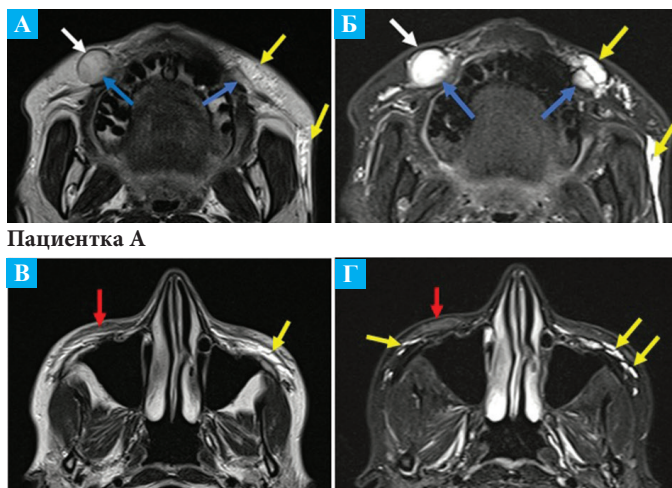


Рис. 4. Результаты МРТ-исследования в режимах Т2-ВИ (а, в), Т2 STIR (б, г), во фронтальной и аксиальной плоскостях: желтые стрелки – филлер как гиперинтенсивный сигнал; синие стрелки – инфильтративные изменения (слабогиперинтенсивный сигнал), красные стрелки – кисты



Пациентка А

Рис. 5. Результаты МРТ-исследования пациенток А. и Б.: в режимах Т2 (а, в), Т2 STIR (б, г) в аксиальной плоскости на уровне носогубной складки (а, б), нижнего костного края орбиты (в, г): синие стрелки – филлер, неизвестный по химическому составу; желтые стрелки – филлер на основе ГК; красные стрелки – уплотнение в месте инъекции полимолочной кислоты, белые стрелки – гипоинтенсивный ободок

фокального ободка вокруг участков с гиперинтенсивным сигналом в режимах Т2 STIR и PD fs встречались в 29 (96.7%) случаях. На рисунке 5 приведены фрагменты МРТ-снимков пациентки А., которой инъецировали в проекцию носогубной складки кроме ГК неизвестный по химическому составу филлер, от которого определялся слабогипоинтенсивный сигнал в режиме Т2-ВИ (рис. 5 а) и гиперинтенсивный – в режиме Т2 STIR (рис. 5 б), притом в обоих режимах вокруг филлера визуализировался гипоинтенсивный сигнал (рис. 5 а, б). Пациентке также более 20 раз имплантировали филлеры на основе ГК в разные анатомические области (область лба, височная область, переносица, мочки ушей, проекция носослезных борозд, скуловой кости, нососубных, губоподбородочных складок и губ). В перечисленных анатомических областях определялись структуры с гипер-

интенсивным сигналом в режимах Т2-ВИ и Т2 STIR. На рисунке 5 (в, г) представлены МР томограммы пациентки Б., которой в проекцию носослезной и пальпаторомалярной борозд субдермально инъецировали филлеры на основе полимолочной кислоты и супрапериостально – на основе ГК три и пять лет назад соответственно. При МРТ справа субдермально в проекции костного края орбиты в мягких тканях определялся гипоинтенсивный сигнал в режимах Т2-ВИ и Т2 STIR, слева супрапериостально участки с гиперинтенсивным сигналом (рис. 5в, 5г). При пальпации с обеих сторон выявлены уплотнения размером с фасоль. По результатам МРТ определена локализация измененных сигналов относительно друг друга, костных структур и поверхности кожи.

В проекциях введения препаратов не гиалуроновой природы при последовательной оценке в комплексе во всех пяти режимах интенсивность сигнала отличалась от участков, в которые инъецировали только ГК в одном или нескольких режимах. При этом в каждом случае характер сигнала в проекции инъекций ГК в режиме Т1-ВИ был гипоинтенсивным, а в режиме Т2 FLAIR интенсивность сигнала изменялась от слабогиперинтенсивного до изо- или гипоинтенсивного.

В интересах выявления закономерностей в оценке одних и тех же участков в разных режимах МРТ с учетом доступных данных была сформирована выборка из 26 пациенток, которым инъецировали только ГК. Пациентки, которым, кроме ГК, инъецировали и другие препараты, не вошли в данную выборку. Для стандартизации процесса у каждой пациентки оценивали по ППШИ один измененный участок, в который вводили ГК с подтвержденным составом материала (по предоставленной документации – стикерам от препарата), в области носогубных складок в пяти режимах МРТ. На основе индивидуальных оценок были рассчитаны частоты тех или иных видов МР-сигналов.

Полученные данные, по нашему мнению, обуславливают возможность рассмотрения различных вариантов принятия решения «на измененном участке присутствует ГК» как по интенсивности МР-сигнала участка и наличию у него ободка одновременно в нескольких режимах, так и по данным только одного режима (в монорежиме). С учетом полученных оценок частоты в исследовательских целях эмпирически были заданы и проанализированы следующие правила детектирования сигналов (принятия решения «на измененном участке присутствует ГК» в зависимости от интенсивности сигнала) в различных режимах МРТ:

- 1) Т1-ВИ – гипоинтенсивный участок (10 баллов);
- 2) Т2-ВИ – участок либо гиперинтенсивный (0 баллов) либо слабогипоинтенсивный (7 баллов);
- 3) Т2-ВИ – наличие у участка ободка интенсивностью 10 баллов;
- 4) Т2 STIR – гиперинтенсивный участок (0 баллов);
- 5) Т2 STIR – наличие у участка ободка интенсивностью 10 баллов;
- 6) Т2 FLAIR – интенсивность участка от 3 до 7 баллов включительно;
- 7) Т2 FLAIR – наличие у участка ободка интенсивностью 10 баллов;
- 8) PD fs – гиперинтенсивный участок (0 баллов);
- 9) PD fs – наличие у участка ободка интенсивностью 10 баллов.

Анализ результатов оценки вышеперечисленных правил детектирования и их комбинаций (табл. 3) показал, что наименее информативными являются правила, основанные

Варианты принятия решения с учетом оценки интенсивности сигнала по ППШИ

Режим и вариант оценки результатов МРТ		Предмет визуальной оценки	Диапазон наблюдавшихся интенсивностей сигнала (баллы)		Правило детектирования (диапазон баллов, включенных в критерий принятия решения)	n	Частота выявления (непропуска) ГК, значение в % [90% ДИ]		Частота ложной тревоги (за ГК принимаем жир), значение в % [90% ДИ]	
			ГК	жира						
Независимая оценка участков и ободков в разных режимах	T1-ВИ	участок	10	1	10	26	100%	[89; 100]	0%	[0; 11]
		наличие у него ободка	–	–	–	26		–		–
	T2-ВИ	участок	0 и 7	1	0 и 7	26	100%	[89; 100]	0%	[0; 11]
		наличие у него ободка	10	–	10	26	23%	[12; 39]	0%	[0; 11]
	T2 STIR	участок	0	8	0	26	100%	[89; 100]	0%	[0; 11]
		наличие у него ободка	10	–	10	26	96%	[84; 99]	0%	[0; 11]
	T2 FLAIR	участок	3, 4, 7	5	3–7	26	100%	[89; 100]	100%	[89; 100]
		наличие у него ободка	10	–	10	26	50%	[35; 65]	0%	[0; 11]
	PD fs	участок	0	6	0	26	100%	[89; 100]	0%	[0; 11]
		наличие у него ободка	10	–	10	26	77%	[61; 88]	0%	[0; 11]
Комплексная оценка участка только по наличию у него ободка одновременно во всех режимах МРТ (кроме T1-ВИ и T2-ВИ)						26	46%	[31; 62]	0%	[0; 11]
Оценка участка только по наличию у него ободка в режиме T2 STIR						26	96%	[84; 99]	0%	[0; 11]
Оценка участка только по его интенсивности в одном из трех режимов МРТ (либо T2-ВИ либо T2 STIR либо PD) без учета наличия/отсутствия ободка						26	100%	[89; 100]	0%	[0; 11]

на проверке наличия ободка участка в режимах T2 и T2 FLAIR (частота выявления ГК – 23 и 50% соответственно).

Комплексная оценка участка только по наличию у него ободка одновременно в трех режимах МРТ (T2 STIR, T2 FLAIR и PD fs) обеспечивает выявление измененного участка только в 46% случаев. В то же время оценка участка по наличию у него ободка в монорежиме (T2 STIR) повышает частоту выявления до 96%.

Оценка участка только по его интенсивности (без учета наличия/отсутствия ободка) в монорежиме (в одном из пяти перечисленных выше) обеспечивает выявление филлера в 100% случаев. Однако при этом в монорежиме T2 FLAIR во всех случаях за филлер будет принята жировая ткань («ложная тревога»).

С учетом этого представляется наиболее рациональным проведение оценки участка только по его интенсивности в монорежиме (в одном из трех – либо T2, либо T2 STIR, либо PD fs).

Обсуждение

По результатам МРТ мягких тканей лица у женщин после контурной пластики определялись МР-признаки наличия филлера в отдаленном периоде. В похожем исследовании с использованием МРТ на 33 пациентах продемонстрировано, что при повторном обследовании через 2 и 2,5 года, объемы филлеров, ранее инъецированных, были сопоставимы с результатами предыдущей МРТ [12].

Выявления измененных участков ПЖК в анатомических областях, в которые филлер не вводится по показаниям –

в инфраорбитальной области (зона высокого риска развития сосудистых осложнений), проекции комка Биша, жевательной мышце (уровень введения не соответствует показаниям для инъекции), может свидетельствовать либо о нарушении техники введения, либо о дислокации филлера, а сроки визуализации более двух лет – о медленной биодеградации. Полученные в ходе исследования результаты обосновывают назначение МРТ пациентам в случае неоднозначных результатов УЗИ по определению локализации филлеров, их природы, а также в отдаленном периоде у пациентов с жалобами на рецидивирующие отеки.

Филлеры на основе ГК определялись во всех использованных режимах, при этом сигнал в режиме T1-ВИ был гипоинтенсивным, в режимах T2-ВИ, T2 STIR, PD fs – гиперинтенсивным и в режиме T2 FLAIR – вариативным. Наиболее четкая визуализация была в режиме T2 STIR, с характерным гиперинтенсивным сигналом, четкими контурами, что позволяло в данном режиме проводить дифференциальную диагностику с инфильтративными изменениями, для которых был типичен слабогиперинтенсивный сигнал и нечеткие контуры. В случаях, когда пациентам имплантировали препараты не только на основе ГК, характер сигнала отличался в режиме T2-ВИ и был гипоинтенсивным. В режиме T2 STIR, а также PD fs присутствовала вариативность сигнальных характеристик: от гиперинтенсивных, аналогичных с ГК, до гипоинтенсивных, не характерных для ГК. Похожие данные с описанием характера сигнала в режимах T1-ВИ, T2-ВИ и жироподавления представлены в исследованиях зарубежных авторов [6, 13–15]. В настоящем исследовании

установлено, что в режиме подавления сигнала от жидкости T2 FLAIR, во всех случаях за филер будет принята жировая ткань («ложная тревога»), что, по мнению авторов, может быть использовано как дополнительный критерий в оценке филлеров. Режимы жироводавления T2 STIR и PD fs продемонстрировали одинаковую эффективность, но субъективное восприятие четкости контуров и границ измененных участков, по мнению исследователей, было лучше в T2 STIR.

В пилотном исследовании на малой выборке из 26 пациентов, которым инъецировали только препараты на основе ГК, предложенные критерии часто совпадали с локализацией изменений в документированных зонах введения ГК с высокой степенью чувствительности и специфичности (от 89 до 100%), однако диагностическую точность необходимо проверить в независимом исследовании с референтным стандартом.

Заключение

Для определения филлеров на основе ГК рекомендовано при МРТ-исследовании использовать последовательно режимы T1-ВИ, T2-ВИ, T2 STIR и T2 FLAIR. Характерными для ГК будут сигналы: гипоинтенсивный – в T1-ВИ, гиперинтенсивный либо слабогиперинтенсивный – в T2-ВИ, гиперинтенсивный – в T2 STIR, слабогиперинтенсивный, изо- или гипоинтенсивный – в T2 FLAIR.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование.

Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Литература

1. Triana L. et al. Trends in surgical and nonsurgical aesthetic procedures: a 14-year analysis of the International Society of Aesthetic Plastic Surgery – ISAPS // *Aesthetic Plast. Surg.* – 2024. – V. 48. – No. 2. – P. 4217–4227. DOI: 10.1007/s00266-024-04260-2
2. Карпова Е.И. и др. Осложнения контурной инъекционной пластики лица: мировой и российский опыт // *Пластическая хирургия и эстетическая медицина.* – 2019. – № 4. – С. 54–75. [Karpova E.I. et al. Complications following injection contour plastic of the face: world and Russian experience // *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* – 2019. – No. 4. – P. 54–75. In Russian]. DOI: 10.17116/plast.hirurgia201904154
3. Круглова Л.С. и др. Возможности высокочастотных ультразвуковых датчиков для исследования эпидермального слоя кожи // *Пластическая хирургия и эстетическая медицина.* – 2023. – № 1. – С. 28–32. [Kruglova L.S. et al. High-frequency ultrasound transducers for examination of epidermal layer of skin // *Plastic Surgery and Aesthetic Medicine.* – 2023. – No. 1. – P. 28–32. In Russian]. DOI: 10.17116/plast.hirurgia202301128
4. Потекаев Н.Н. и др. Возможности оценки инволюционных изменений кожи в эстетической медицине. Роль ультразвуковой диагностики // *Клиническая дерматология и венерология.* – 2023. – Т. 22. – № 1. – С. 92–98. [Potekaev N.N. et al. Possibilities for assessment of age-related skin changes in aesthetic medicine. The role of ultrasonography // *Russian Journal of Clinical Dermatology and Venereology.* – 2023. – V. 22. – No. 1. – P. 92–98. In Russian]. DOI: 10.17116/klinderma20232201192
5. Привалова Е.Г. и др. Возможности ультразвукового исследования высокого разрешения в диагностике осложнений после контурной инъекционной пластики. Клиническое наблюдение // *Ультразвуковая и функциональная диагностика.* – 2023. – № 2. – С. 80–87. [Privalova E.G. et al. High-resolution ultrasound in diagnosing complications after facial contouring injections. A clinical case // *Ultrasound & Functional Diagnostics.* – 2023. – No. 2. – P. 80–87. In Russian]. DOI: 10.24835/1607-0771-2023-2-80-87.
6. Tal S. et al. MRI in detecting facial cosmetic injectable fillers // *Head and Face Medicine.* – 2016. – V. 12. – No. 1. – P. 2–7. DOI: 10.1186/s13005-016-0124-y
7. Магомедова С.А. и др. Магнитно-резонансная томография после инъекционной контурной пластики лица различными типами филлеров: особенности картины и сигнальные характеристики // *Медицинская визуализация.* – 2024. – Т. 28. – № 4. – С. 92–99. [Magomedova S.A. et al. Magnetic-resonance tomography post injection contouring plastic face different type fillers: features of the picture and signal characteristics // *Medical Visualization.* – 2024. – V. 28. – No. 4. – P. 92–99. In Russian]. DOI: 10.24835/1607-0763-1475
8. Mundada P. et al. Injectable facial fillers: imaging features, complications, and diagnostic pitfalls at MRI and PET CT // *Insights Imaging.* – 2017. – V. 8. – No. 6. – P. 557–572. DOI: 10.1007/s13244-017-0575-0
9. Bondarenko I.N. et al. Sonography of the face and neck region soft tissues in assessment of the complications causes after facial contouring // *Georgian Medical News.* – 2021. – V. 2. – No. 311. – P. 74–79
10. Васильев А.Ю. и др. Сравнительная характеристика ультразвукового исследования высокого разрешения и магнитно-резонансной томографии в диагностике отеков после контурной пластики лица // *Радиология – практика.* – 2023. – № 4. – С. 82–92. [Vasil'ev A.Yu. et al. Comparative characteristics of high-resolution ultrasonic and magnetic resonance imaging in the diagnostics of edema after plastic facial contouring // *Radiology – Practice.* – 2023. – No. 4. – P. 82–92. In Russian]. DOI: 10.52560/2713-0118-2023-4-82-92
11. Sterne J.A. et al. Sifting the evidence – what's wrong with significance tests? // *British Medical Journal.* – 2001. – V. 322. – P. 226–31. DOI: 10.1136/bmj.322.7280.226
12. Master M. et al. Hyaluronic acid filler longevity in the mid-face: a review of 33 magnetic resonance imaging studies // *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* – 2024. – V. 12. – No. 7. – P. e5934. DOI: 10.1097/GOX.0000000000005934
13. Kim M.J. et al. *Ex vivo* magnetic resonance imaging using hyaluronic acid fillers: Differences between monophasic and biphasic fillers // *Skin Res. Technol.* – 2018. – V. 24. – No. 1. – P. 16–19. DOI: 10.1111/srt.12384
14. Di Girolamo M. et al. MRI in the evaluation of facial dermal fillers in normal and complicated cases // *Eur Radiol.* – 2015. – V. 25. – No. 5. – P. 1431–1442. DOI: 10.1007/s00330-014-3513-2
15. Master M. et al. Long-term MRI follow-up of hyaluronic acid dermal filler // *Plast. Reconstr. Surg. Glob. Open.* – 2022. – V. 10. – No. 4. – P. 4252. DOI: 10.1097/GOX.0000000000004252