ДИНАМИЧЕСКАЯ МРТ В КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКЕ НАРУШЕНИЙ ГЕМАТОМИОКАРДИАЛЬНОГО БАРЬЕРА И КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ МИОКАРДА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ И ВОСПАЛИТЕЛЬНОМ ПОВРЕЖДЕНИИ

В.Ю. Усов¹, М.И. Бахметьева², Н.В. Савелло³, А.Ю. Коваленко¹, С.П. Ярошевский⁴,
О.В. Мочула¹, М.Л. Беянин⁴, Ю.Б. Лишманов^{1,4}, О.И. Беличенко⁵

¹ Научно-исследовательский институт кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра РАН, Томск, Россия

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

³ Компания Р-Фарм, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

⁵ Научно-исследовательский институт спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия

Цель. Разработать и апробировать в клинике методику количественного расчета проницаемости гистогематического барьера миокарда для контраста-парамагнетика на основе математической модели Гедде – Рутланда – Патлака (ГРП) с оценкой роста содержания контраста в миокарде и его клиренса из крови по данным динамической МРТ.

Материал и методы. В основе модели накопления парамагнетика в поврежденном миокарде – принцип Гедде – Рутланд – Патлака (1977). Если $C_{\text{миок}}$ – содержание контраста в миокарде, $C_{\text{кровь}}$ – содержание в крови, а $k_{\text{кровь-миок}} – показатель скорости диффузии «кровь – миокард», считая транспорт парамагнетика односторонним в течение первых минут после инъекции, то, откладывая $\{(C_{\text{кровь}}(t)dt)/C_{\text{кровь}}\}$ – по оси X , а $\{C_{\text{миок}}/C_{\text{кровь}}\}$ – по оси Y , $k_{\text{кровь-миок}}$ получается тогда как линейный наклон такого графика, а удельное кровенаполнение V_0 (мл/100 см³ ткани) – интерсепт по оси ординат.$

Обследованы пациенты с острым инфарктом миокарда с успешным тромболизмом ($n = 21$) и впервые выявленной воспалительной патологией ($n = 9$). МРТ с парамагнитным контрастным усилением проводилось с помощью динамического протокола FFE1.7.ssfp330k МР-томографа Toshiba Titan при введении 2 мл 0,5 М гадоверсетамида на 10 кг веса тела, в матрицу 256×256 с показателями $TR = 3,4$ мс, $TE = 1,7$ мс, временем инверсии 176,0 мс, углом отклонения = 40 град, толщиной среза = 8–10 мм, показателем длины эхо (echo train length) = 1. Запись данных велась до 12 мин, 1 кадр в 30 с и затем обрабатывалась с помощью RadiAnt (Medixant, Познань, Польша), и оригинальной программой динамического ана-

лиза на MATLAB и SCILAB с построением графика ГРП, и расчетом $k_{\text{кровь-миок}}$ и V_0 .

Результаты. Физиологический смысл $k_{\text{кровь-миок}}$ в том, что эта величина представляет собой клиренс крови по Gd-ДТПА в миокард, т.е. количество крови, очищаемое от парамагнетика за минуту единицей объема ткани миокарда. Показатель $k_{\text{кровь-миок}}$ составил у пациентов с острым инфарктом миокарда с успешным тромболизмом и ЧКВ ($n = 21$) $3,09 \pm 1,32$ (2,36–11,9) мл/мин/100 г ткани, тогда как у пациентов с хроническим миокардитом в обострении, или впервые выявленном остром миокардите – $1,78 \pm 0,67$ (0,50–2,42) мл/мин/100 г ткани – ($n = 9$). В норме $k_{\text{кровь-миок}}$ составлял $0,09 \pm 0,06$ (<0,2) (мл/мин/100 г ткани). Показатели кровенаполнения миокарда V_0 (мл/100 см³) составили в норме $2,9 \pm 0,8$ мл/100 см³, в очаге ишемического повреждения – $12,5 \pm 4,6$ мл/100 см³, а в зоне воспаления – до $14,12 \pm 5,27$ мл/100 см³. При воспалительном поражении кровенаполнение было повышено и за пределами зоны повреждения, до $4,1 \pm 0,8$ мл/100 см³.

Использование динамического протокола позволило высокодостоверно дифференцировать ишемическое и воспалительное поражение.

Заключение. Динамическое МРТ-исследование сердца с контрастным усилением и получаемые при математическом моделировании показатели диффузии парамагнетика в зоне повреждения и кровенаполнения миокарда различаются в зависимости от характера процесса и позволяют получить дополнительную патофизиологическую характеристику сосудистой проницаемости поврежденного гистогематического барьера при ишемии.