

Голухова Е.З., Александрова С.А., Булаева Н.И., Мрикаев Д.В., Громова О.И., Бердибеков Б.Ш.
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Минздрава РФ, Москва, Россия

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ РОЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕФОРМАЦИИ МИОКАРДА ПО ДАННЫМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ НЕИШЕМИЧЕСКИХ ДИЛАТАЦИОННЫХ КАРДИОМИОПАТИЯХ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И МЕТА-АНАЛИЗ

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Характеристика данных МРТ

В большинстве исследований включенных в данный систематический обзор и мета-анализ в МРТ системах напряженность магнитного поля составляла 1,5 Т [18–22], в двух исследованиях применялись МРТ системы с напряженностью магнитного поля как 1,5 Т, так и 3 Т [17, 23], и в двух исследованиях применялись МРТ система с напряженностью магнитного поля 3 Т [24, 25]. Наиболее частым программным обеспечением для проведения постпроцессинговой оценки деформации миокарда ЛЖ по данным МРТ оказалась CMR42 (Circle Cardiovascular Imaging Inc., Calgary, Canada), которая использовалась в трех исследованиях [21, 23, 25]. В двух исследованиях постобработка данных проводилась на рабочих станциях TomTec Imaging Systems [18, 22], в двух исследованиях Medis Medical Imaging Systems [17, 24], в одном IntelliSpace Portal [19]. Основные характеристики МРТ оборудования и программного обеспечения представлены в таблице 3.

Диапазон значений ФВ ЛЖ в исследованиях, включенных в анализ по данным МРТ, варьировал от 15,3 до 36,4%. Частота нахождения зон накопления гадолиния в отсроченную фазу контрастирования варьировалась от 38,0 до 82,2%. Диапазон значений GLS варьировал от 3,3 до 15,2%; GCS от 5,4 до 14,0%, и наконец GRS от 7,26 до 20,7%. Наиболее низкие показатели деформации миокарда пред-

ставлены в исследовании Shu S. et al. [25], поскольку в данное исследование включались пациенты с тяжелой неишемической ДКМП, также в данном исследовании отмечались наиболее низкие показатели ФВ ЛЖ 15,33 (11,36-22,27) %, и наибольшая частота накопления гадолиния в отсроченную фазу контрастирования. Обобщенные МРТ-параметры включенных в систематический обзор публикаций представлены в таблице 4.

Рисунок 2. Блок-схема отбора включенных в обзор исследований

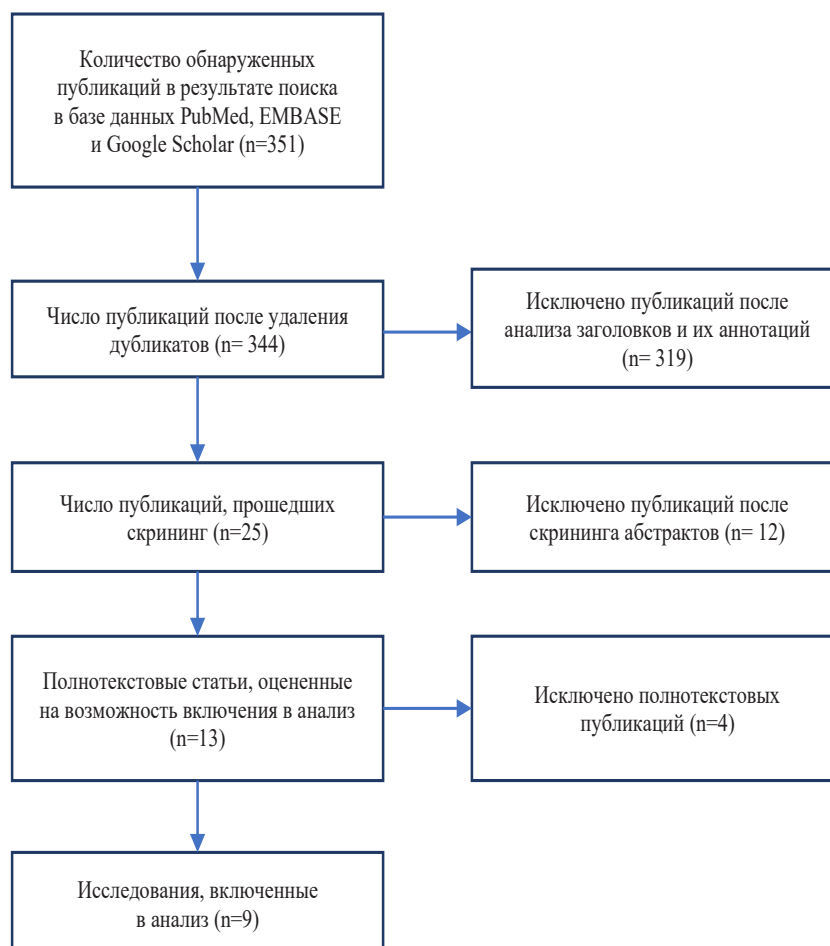


Таблица 3. Характеристика (спецификация) МРТ оборудования и параметров деформации миокарда ЛЖ, примененные в исследованиях

Исследование	МРТ система	Напряженность магнитного поля МРТ	Программное обеспечение для постобработки данных	Параметры деформации миокарда
Buss, 2015 [18]	Achieva, Philips Healthcare, Best, The Netherlands	1,5-T	TomTec Imaging Systems, Munich, Germany	GLS, GCS, CRS
Riffel, 2016 [19]	Achieva, Philips Healthcare, Best, The Netherlands	1,5-T	IntelliSpace Portal (Version 6, Philips Healthcare, Best, the Netherlands)	LAS
Arenja, 2017 [20]	Achieva, Philips Healthcare, Best, The Netherlands	1,5-T	NR	LAS
Romano, 2018 [17]	Siemens, Philips and General Electric	1,5-T и 3,0-T	Medis Medical Imaging Systems, Leiden, the Netherlands	GLS
Pi, 2018 [21]	Magnetom Avanto, Syngo MR B17 version; Siemens Healthineers, Erlangen, Germany	1,5-T	cvi42 version 5, Circle Cardiovascular Imaging Inc, Calgary, Alberta, Canada	GLS, GCS, CRS
Chen, 2019 [22]	Ingenia, Philips Medical Systems, Best, the Netherlands	3,0-T	QStrain 2,0 (Medis, Leiden, the Netherlands)	GLS, GCS
Fu, 2021 [23]	Skyra; Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany	3,0-T	cvi42 version 5, Circle Cardiovascular Imaging Inc, Calgary, Alberta, Canada	GLS, GCS, CRS
Ochs, 2021 [24]	Achieva, Philips Healthcare, Best, The Netherlands	1,5-T	2D CMR FT software (TomTec Imaging Systems GmbH, Unterschleissheim, Germany)	GLS, GCS, CRS
Shu, 2021 [25]	MAGNETOM Aera or MAGNETOM, Skyra, Siemens, Germany	1,5-T и 3,0-T	cvi42 version 5, Circle Cardiovascular Imaging Inc, Calgary, Alberta, Canada	GLS, GCS, CRS

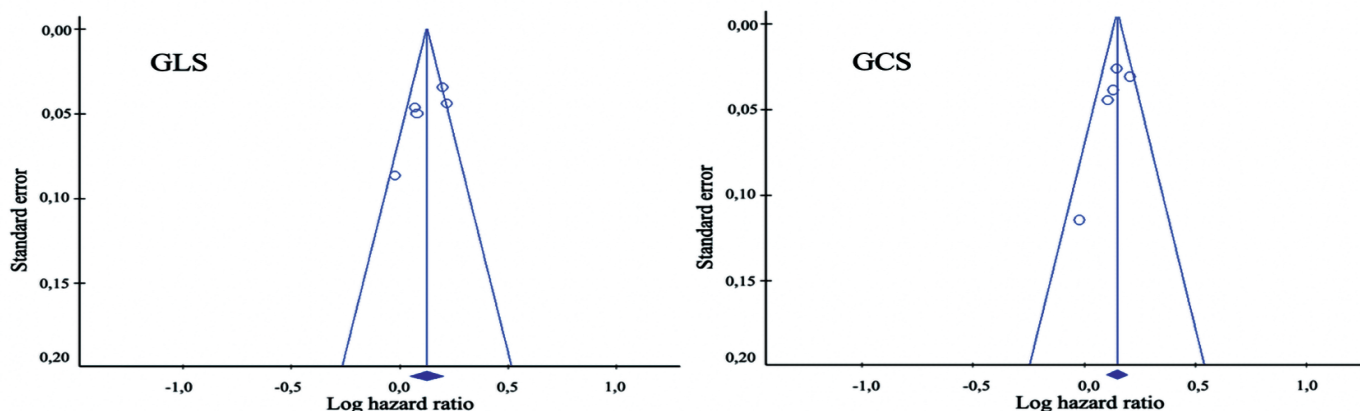
GLS (global longitudinal strain) — глобальная продольная деформация левого желудочка, GCS (global circumferential strain) — глобальная циркулярная деформация левого желудочка, GRS (global radial strain) — глобальная радиальная деформация левого желудочка, LAS (long axis strain) — деформация по длинной оси ЛЖ.

Таблица 4. Характеристика стандартных МРТ-данных и параметров деформации миокарда ЛЖ

Исследование	ФВ ЛЖ, %	ИММЛЖ (г/м ²)	LGE, n (%)	Степень LGE, %	GLS, %	GCS, %	GRS, %	LAS, %
Buss, 2015 [18]	36,1±13,8	78±52	79 (38)	NR	-15,2±4,7	-14,0±6,5	20,7±7,7	NR
Riffel, 2016 [19]	29,3±11,0	NR	64 (44)	NR	NR	NR	NR	-7,7±3,4
Arenja, 2017 [20]	38,4±13,8	66±21,7	182 (40,2)	NR	NR	NR	NR	-9,6±4,2
Romano, 2018 [17]	33,7±10,0	113,7±26,4	(62,1)	8,4±10,1	NR	NR	NR	NR
Pi, 2018 [21]	23,7±7,9	NR	66 (38,4)	4,7±9,5	-7,1±2,9	-7,3±3,1	12,3±5,6	NR
Chen, 2019 [22]	20,0 (15,0, 27,5)	NR	37 (80%)	8,68 (1,84, 12,7)	-8,45±3,8	-6,25±2,9	NR	NR
Fu, 2021 [23]	22,3±8,1	80,4±26,6	66(52,4%)	5,3±10,8	-4,5±2,6	-7,1±3,3	8,6±5,2	NR
Ochs, 2021 [24]	36,4±13,7	NR	134 (38,3%)	NR	-9,9±4,5	-9,4±4,9	23,5±12,0	NR
Shu, 2021 [25]	15,33 (11,36, 22,27)	86,73 (23,92)	97 (82,2)	2,09 (0,65-4,02)	-3,31±2,86	-5,40±2,77	7,26±6,37	NR

ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ИММЛЖ — индекс массы миокарда левого желудочка, LGE (late gadolinium enhancement) — позднее контрастное усиление гадолинием, GLS (global longitudinal strain) — глобальная продольная деформация левого желудочка, GCS (global circumferential strain) — глобальная циркулярная деформация левого желудочка, GRS (global radial strain) — глобальная радиальная деформация левого желудочка, LAS (long axis strain) — деформация по длинной оси ЛЖ.

Рисунок 3. Воронкообразные диаграммы (Funnel plot) для оценки систематической ошибки



GLS (global longitudinal strain) — глобальная продольная деформация левого желудочка,
GCS (global circumferential strain) — глобальная циркулярная деформация левого желудочка.

Таблица 5. Показатели деформации миокарда ЛЖ и соответствующее ОР по данным унвариантного регрессионного анализа по методу Кокса

Исследование	Показатели деформации миокарда ЛЖ	ОР	95% ДИ	p	Конечные точки
Buss, 2015 [18]	GLS (%)	1,26	1,15 – 1,33	<0,0001	MACE
	GCS (%)	1,16	1,09 – 1,24	<0,0001	
	GRS (%)	0,92	0,87 – 0,96	<0,001	
Riffel, 2016 [19]	LAS (%)	1,41	1,23–1,60	<0,0001	MACE
Arenja, 2017 [20]	LAS, %	3,3	2,2–4,9	<0,001	MACE
Romano, 2018*[17]	GLS (%)	1,402	1,299-1,513	<0,001	Смерть от всех причин
Pi, 2018 [21]	GLS (%)	1,048	0,945–1,163	0,375	Первичная конечная точка: Смерть от всех причин и трансплантация сердца.
	GCS (%)	1,030	0,934–1,136	0,554	
	GRS (%)	0,974	0,921–1,030	0,363	
	GLS (%)	1,066	0,955–1,191	0,254	Вторичная конечная точка: госпитализация по причине СН
	GCS (%)	1,062	0,963–1,172	0,229	
	GRS (%)	0,955	0,901–1,013	0,129	
Chen, 2019 [22]	GLS (%)	0,98	0,83-1,17	NR	MACE
	GCS (%)	0,98	0,78-1,24	NR	
Fu, 2021 [23]	GLS (%)	1,085	0,982-1,200	0,109	MACE
	GCS (%)	1,115	1,009 1,231	0,032	
	GRS (%)	0,943	0,878-1,013	0,106	
Ochs, 2021[24]	GLS (%)	1,22	1,14–1,31	<0,001	MACE
	GCS (%)	1,23	1,14–1,32	<0,001	
	GRS (%)	0,94	0,91–0,97	<0,001	
Shu, 2021[25]	GLS (%)	1,07	0,98–1,18	0,141	MACE
	GCS (%)	1,14	1,04–1,24	0,003	
	GRS (%)	1,0	0,95–1,06	0,894	

* – подгруппа с неишемической кардиомиопатией. ОР – отношение рисков, ДИ — доверительный интервал, ЛЖ – левый желудочек, СН – сердечная недостаточность, GLS (global longitudinal strain) – глобальная продольная деформация левого желудочка, GCS (global circumferential strain) – глобальная циркулярная деформация левого желудочка, GRS (global radial strain) – глобальная радиальная деформация левого желудочка, LAS (long axis strain) – деформация по длинной оси ЛЖ, MACE (Major adverse cardiovascular events) - большие сердечно-сосудистые неблагоприятные события.