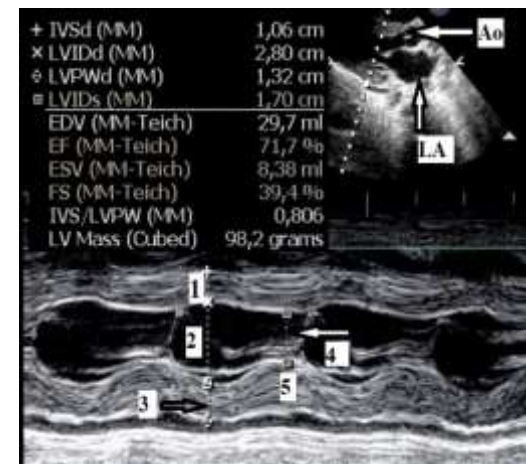


ЭНДОМИОКАРДИАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ У ДЕТЕЙ ПЕРВЫХ СЕМИ ЛЕТ ЖИЗНИ



В.М. Делягин¹, А.В. Попа^{1,2}, М.Е. Прокофьев¹, К.А. Амир-Заде¹ Н.С. Аксенова¹

1 – Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачёва МЗ РФ. Москва. 2 – Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова МЗ РФ

Актуальность. Эндомиокардиальное напряжение (σ_s) левого желудочка – важный параметр, отражающий потребления кислорода миокардом и рабочую нагрузку желудочка [1]. σ_s может быть одним из ключевых показателей в кардиологии, предоставляющий ценную диагностическую и прогностическую информацию.

Референсные диапазоны σ_s следует устанавливать на основе больших групп здоровых людей с минимальными методологическими ошибками и вариабельностью. Но для научных и практических целей одной из важных задач получить не абсолютные величины, а относительно массе миокарда. Это особенно актуально для детского растущего организма, где максимальная скорость роста приходится на первые 7 лет жизни [2].

Цель. Определить величину напряжения миокарда и её относительное значение на единицу массы миокарда в возрастном аспекте.

Материалы и методы

Проведена ретроспективная оценка данных трансторакального ультразвукового исследования сердца у 340 здоровых детей в возрасте от 1 мес. до 7 лет. Оценивали конечно-систолический (КСР, см), конечно-диастолический (КДР, см) размеры левого желудочка (ЛЖ), толщина задней стенки ЛЖ (ТЗЛЖд, см) в диастолу, толщина задней стенки ЛЖ в систолу (ТЗЛЖс, см). Масса миокарда ЛЖ (ММЛЖ) рассчитывали по формуле R. Devereux: $ММЛЖ = 0,8 \times [1,04 \times (ТМЖП + ТЗСЛЖ + КДР)^3 - КДР^3] + 0,6 \sigma_s$, рассчитывали по формуле Лапласа, адаптированной для анализа толстостенных структур по формуле, представленной в работах I. Mirsky et al. и W. Grossman et al. [3, 4]. Эхокардиографические измерения выполняли в парастернальной позиции по короткой оси на уровне хорд митрального клапана в М-режиме. Систолическое внутрижелудочковое давление (СВЖД, дин/см²) рассчитывали по формуле G. Johnson [5]: $P = 225 \times [ТЗЛЖс / КСР]$. Для перевода мм. рт. ст. в дин/см² полученную величину умножали на $1,333 \times 10^3$.

Также проводилась оценка σ_s относительно ММЛЖ. Группировка и статистическая сводка проводилась в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2016. Графические изображения полученных результатов формировали с помощью программы *Jamovi* и языка программирования *Python*.

Результаты (данные представлены как Медиана [Q1–Q3])

Возраст	N	КДР, см	КСР, см	ТЗЛЖд, см	ТЗЛЖс, см	ММЛЖ, г	СВЖД, дин/см ²	σ (дин/см ² ·10 ³)	σ/ММЛЖ
1 мес	26	2.1 [1.9-2.1]	1,1 [1.0-1.2]	0.4 [0.4-0.4]	0.6 [0.6-0.7]	13.2 [11.2-14]	164 [150-175]	177 [167-186]	14.3 [13.6-16]
2 мес	28	1.7 [1.5-1.9]	1.0 [1.0-1.2]	0.5 [0.4-0.6]	0.7 [0.6-0.7]	9.5 [7.6-14.6]	180 [162-209]	141 [104-176]	12.7 [8.3-20.1]
3 мес	12	2.2 [2.1-2.5]	1.3 [1.0-1.5]	0.4 [0.3-0.4]	0.6 [0.6-0.5]	11.3 [10.5-15.4]	134 [125-145]	108 [91-132]	8.3 [7.5-10.4]
4 мес	18	2.0 [1.9-2.2]	1.2 [1.1-1.4]	0.4 [0.4-0.5]	0.7 [0.6-0.7]	9.9 [8.7-11.2]	170 [150-198]	174 [156-186]	17 [14.2-21.3]
5 мес	23	2.2 [2.0-2.4]	1.3 [1.2-1.4]	0.5 [0.4-0.5]	0.7 [0.7-0.9]	14.8 [11.7-17.7]	161 [145-205]	169 [160-182]	11 [10-14.5]
6 мес	20	2.4 [2.3-2.6]	1.4 [1.3-1.5]	0.5 [0.4-0.5]	0.8 [0.7-0.8]	21.4 [18.4-26.1]	171 [148-180]	169 [136-175]	7.3 [5.0-9.1]
7 мес	21	2.3 [2.0-2.4]	1.3 [1.2-1.4]	0.3 [0.3-0.4]	0.6 [0.5-0.6]	13.8 [10.5-14.8]	137 [122-147]	188 [182-223]	14.6 [12.5-19]
8 мес	19	2.5 [2.4-2.5]	1.4 [1.3-1.6]	0.4 [0.3-0.4]	0.7 [0.6-0.7]	19 [17.2-21]	131 [123-155]	202 [179-208]	11 [8.5-12.4]
9 мес	14	2.4 [2.3-2.5]	1.4 [1.3-1.7]	0.7 [0.6-0.8]	0.9 [0.9-0.9]	29.5 [28.1-34.5]	194 [166-207]	134 [109-163]	4.6 [3.5-4.8]
10 мес	17	2.7 [2.4-2.9]	1.5 [1.4-1.5]	0.5 [0.4-0.5]	0.9 [0.8-0.9]	27.7 [21.7-33]	180 [159-199]	199 [180-223]	8.3 [5.3-9.7]
11 мес	11	2.9 [2.6-3.0]	1.6 [1.5-1.7]	0.7 [0.6-0.8]	1.0 [0.9-1.0]	37.6 [31.4-42.5]	176 [176-230]	147 [135-173]	4.6 [3.5-4.7]
12 мес	12	2.8 [2.6-2.9]	1.5 [1.5-1.6]	0.6 [0.6-0.6]	0.9 [0.9-1.0]	30.8 [27.4-35.4]	180 [170.0-192]	179 [160-185]	5.6 [4.5-6.4]

Морфофункциональные параметры сердца у здоровых детей от 1 до 7 лет по данным ЭХОКГ

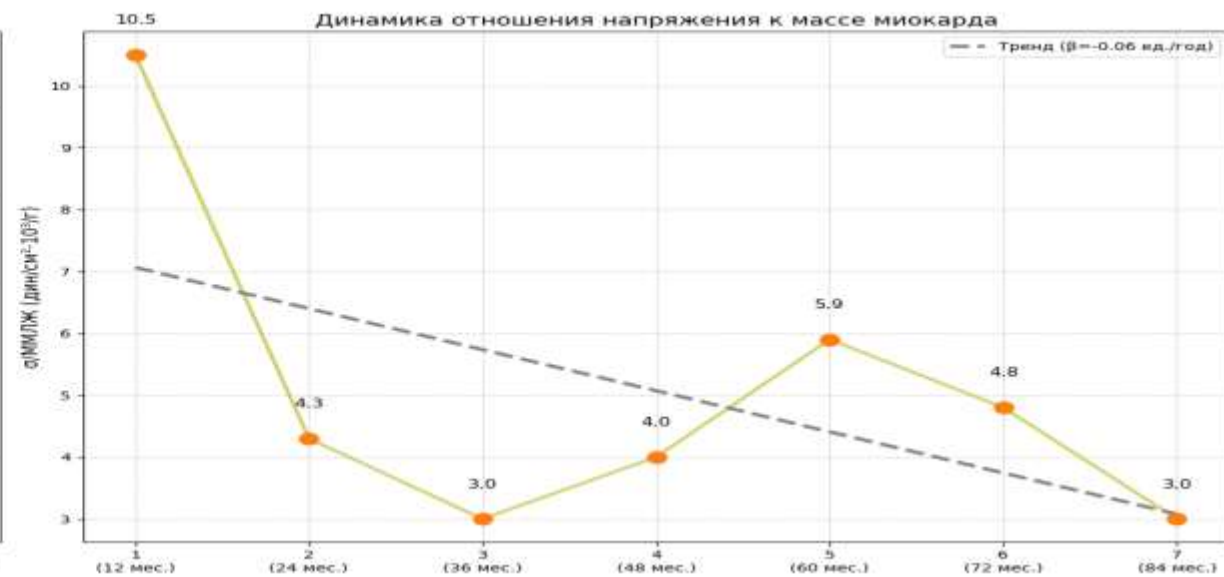
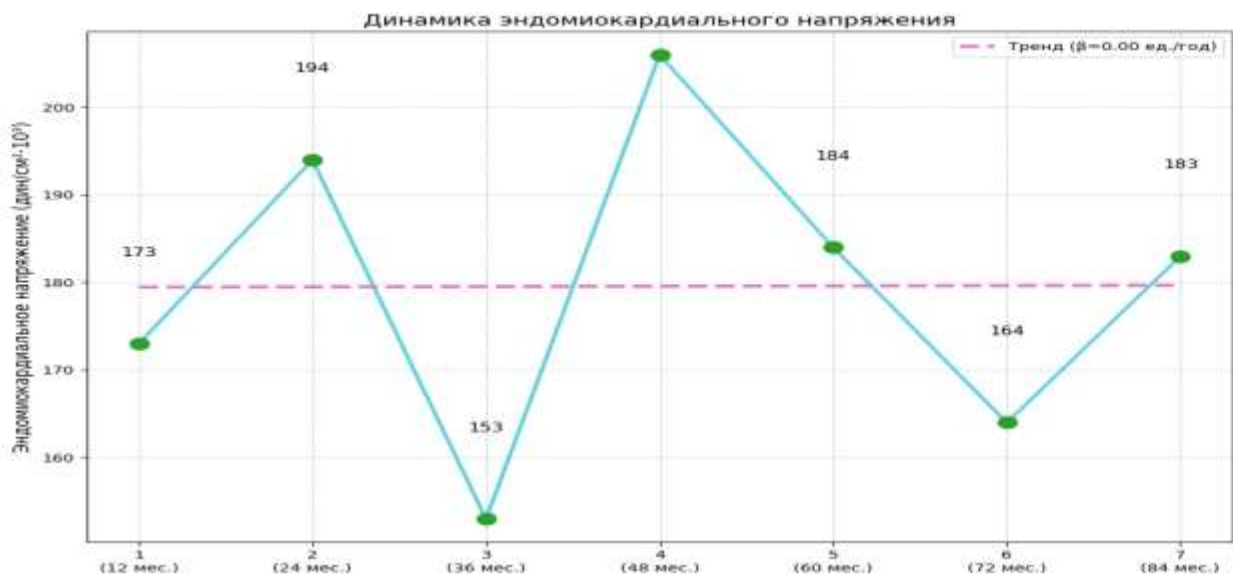
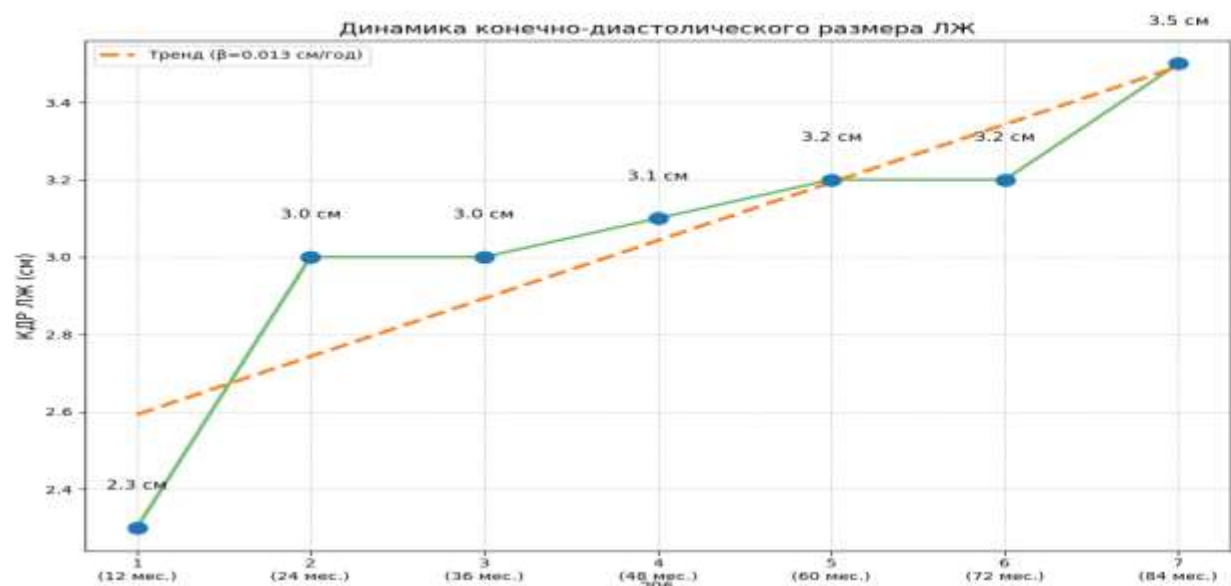
Возраст (год)	N	КДР, см	КСР, см	ТЗЛЖд, см	ТЗЛЖс, см	ММЛЖ, г	СВЖД, дин/см ²	σ (дин/см ² ·10 ³)	σ /ММЛЖ
1	221	2.3 [2.0-2.5]	1.3 [1.2-1.5]	0.4 [0.4-0.5]	0.7 [0.6-0.9]	16.4 [4.4-42.7]	163 [140-185]	173 [145-192]	10.5 [6.3-15]
2	23	3.0 [2.9-3.2]	1.8 [1.7-2.0]	0.8 [0.7-0.9]	0.5 [0.4-0.5]	40.6 [21.8-74.7]	134 [110-150]	194 [148-210]	4.3 [3.5-5.1]
3	22	3.0 [2.8-3.3]	1.9 [1.7-1.9]	0.8 [0.8-0.9]	0.6 [0.5-0.7]	44.3 [20.3-87.7]	135 [126-171]	153 [127-170]	3.0 [2.5-3.8]
4	19	3.1 [2.6-3.2]	1.9 [1.7-2.0]	0.8 [0.8-1.0]	0.5 [0.4-0.5]	47.6 [36.5-77.5]	142 [134-155]	206 [161-240]	4.0 [3.3-4.6]
5	20	3.2 [3.0-3.3]	1.8 [1.6-2.0]	0.5 [0.5-0.5]	0.8 [0.8-0.9]	32.9 [22.7-45.4]	140[117-157]	184 [171-204]	5.9 [4.6-6.6]
6	17	3.2 [3.0-3.3]	2.0 [1.8-2.1]	0.5 [0.5-0.6]	0.8 [0.8-0.9]	36.4 [25.2-44.3]	132[120-141]	164 [153-178]	4.8 [4.0-5.9]
7	18	3.5 [3.4-3.6]	2.0 [1.9-2.2]	0.8 [0.7-0.9]	0.5 [0.4-0.5]	59.1 [39.3-76.9]	117[105-129]	183 [170-191]	3.0 [2.6-3.6]

Примечание: Данные представлены как Медиана [Q1–Q3]

КДРЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; конечно-систолический размер левого желудочка; ТЗЛЖд – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу; ТЗЛЖс – толщина задней стенки левого желудочка в систолу; ММЛЖ – масса миокарда левого желудочка; СВЖД – систолическое внутрижелудочковое давление; σ – эндомиокардиальное напряжение левого желудочка;

Основные морфометрические показатели миокарда и показателя эндомиокардиального напряжения

Морфофункциональные параметры сердца у детей 1-7 лет



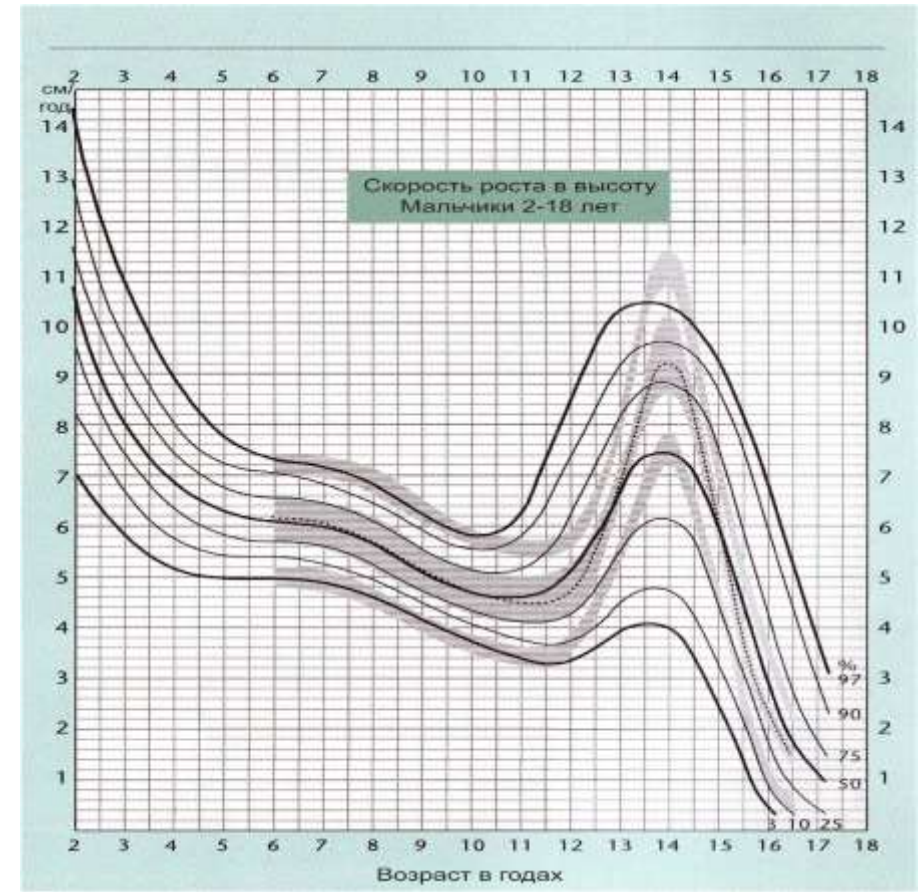
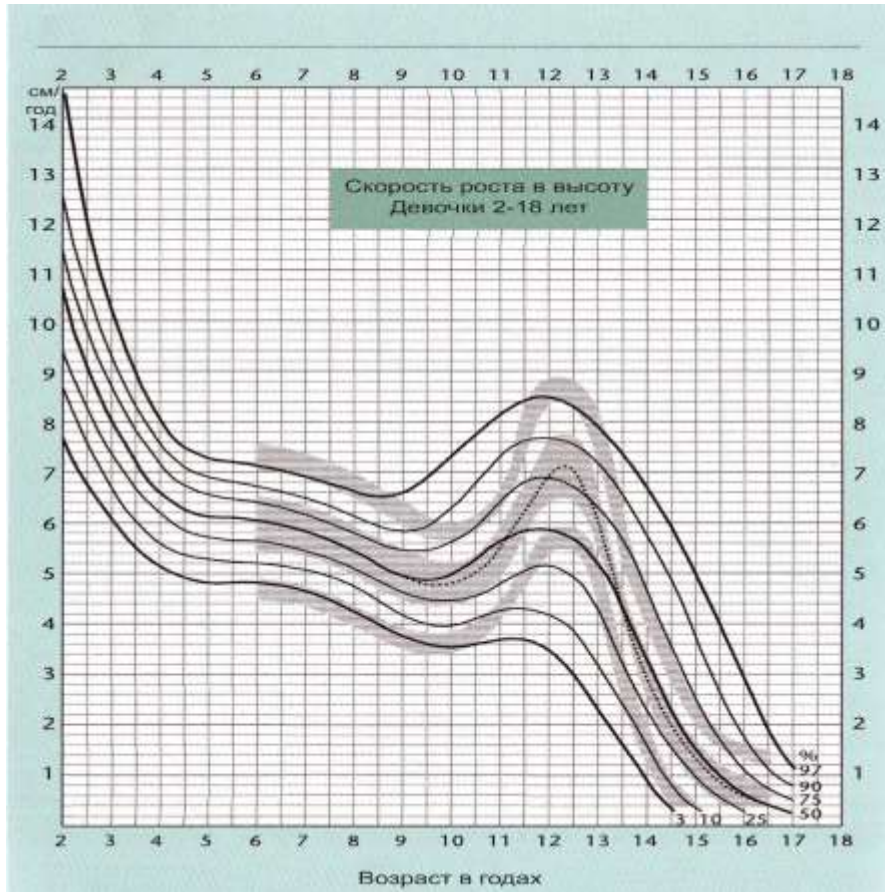
Обсуждение

Как видно из представленных результатов, с возрастом наблюдается достоверное увеличение размеров полости левого желудочка по мере роста ребёнка, что подтверждается прогрессивным возрастанием медианных значений конечно-диастолического размера (КДР ЛЖ) с 2.1 см в 1 месяц до 3.5 см в 7 лет и конечно-систолического размера (КСР ЛЖ) с 1.15 см до 2.0 см соответственно. Толщина миокарда задней стенки ЛЖ (ТЗЛЖд, ТЗЛЖс) также демонстрирует тенденцию к умеренному увеличению на протяжении первых лет жизни, хотя и с большей вариабельностью между возрастными группами. Такую же тенденцию демонстрирует масса миокарда левого желудочка (ММЛЖ, г): по мере взросления наблюдается увеличение массы миокарда в 3 раза – от 16,4 г в 1 мес. до 51,1 г в 7 лет. Хотя масса тела за этот же период возрастает примерно в 7 раз.

В отличие от структурных параметров, показатели систолическое давления в ЛЖ и эндомиокардиальное напряжение (σ) оставались относительно стабильным в течение всего исследуемого периода, без выраженной возрастной зависимости

При оценке эндомиокардиального напряжения относительно ММЛЖ с возрастом наблюдается уменьшение этой величины практически в 3,5 раза.

Максимальные показатели удельной величины эндомиокардиального напряжения, т.е. потребления кислорода миокардом на единицу массы миокарда, приходится на 1 год жизни с последующим быстрым падением этой величины. Данная динамика полностью отражает динамику роста ребёнка и подростка (см. графики).



Заключение

Определение эндомиокардиального напряжения является доступным, эффективным, малозатратным и легко воспроизводимым методом для оценки потребления кислорода миокардом в разных возрастных группах. Данный способ перспективен для оценки состояния миокарда в условиях стационара и амбулаторно. Требуются дальнейшие исследования здоровых и больных детей и подростков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tsuda T. Clinical Assessment of Ventricular Wall Stress in Understanding Compensatory Hypertrophic Response and Maladaptive Ventricular Remodeling. J. Cardiovasc. Dev. Dis. 2021; 8: 122. <https://doi.org/10.3390/jcdd8100122>
2. Claßen M., Sommerburg O. (Hrsg.) Klinikleitfaden Pädiatrie. Urban & Fisher. 12., neue bearbeitete Auflage. 2023. – 820 S.
3. Mirsky I., Parmley W. Assessment of passive elastic stiffness for isolated heart muscle and the intact heart. Circ Res. 1973; 33 (2): 233-243. doi: 10.1161/01.res.33.2.233
4. Grossman W., Jones D., McLaurin L. Wall stress and patterns of hypertrophy in the human left ventricle. J Clin Invest. 1975; 56 (1): 56-64. doi: 10.1172/JCI108079.
5. Johnson G., Meyer R., Schwarz D. et al. Echocardiographic evaluation of fixed left ventricular outlet obstruction in children (Pre- and postoperative assessment of ventricular systolic pressure). Circulation. 1977; 56 (2): 299-304.