

ЭНДОКРИНОЛОГИЯ/ENDOCRINOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.12>**ТОЛЕРАНТНОСТЬ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕСТА ШЕСТИМИНУТНОЙ ХОДЬБОЙ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА И ЕЕ СВЯЗЬ С ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ**

Научная статья

Григоричева Е.А.^{1,*}, Рыжиков М.О.², Питиримова А.С.³¹ORCID : 0000-0003-1843-5312;²ORCID : 0009-0003-6816-4626;³ORCID : 0009-0001-0387-1309;^{1, 2, 3}Южно-Уральский медицинский Университет, Челябинск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (lenaqriq[at]rambler.ru)

Аннотация

Хроническая сердечная недостаточность в сочетании с сахарным диабетом 2 типа, отягощает его течение и ухудшает прогноз. Актуальным является раннее выявление пациентов с сочетанием этих состояний.

Цель исследования: по результатам теста с шестиминутной ходьбой выявить группу пациентов с СД 2, угрожаемых по развитию хронической сердечной недостаточности.

Проведено закрытое когортное контролируемое 6-летнее проспективное исследование 120 пациентов с сахарным диабетом 2 типа и 50 пациентов в качестве контроля. Проводилась оценка пройденной дистанции по тесту с шестиминутной ходьбой. Конечными точками при шестилетнем наблюдении считали фатальные и сердечно-сосудистые нефатальные осложнения.

Хроническая сердечная недостаточность развилась у 34% пациентов с сахарным диабетом 2 типа. Получена достоверная положительная связь средней силы между результатом теста с шестиминутной ходьбой и развитием хронической сердечной недостаточности ($rs = 0,29$, $p < 0,01$). Относительный риск развития хронической сердечной недостаточности у пациентов с сахарным диабетом 2 типа и 3-4 функциональным классом по результату теста с шестиминутной ходьбой составил 2.0 [1,3–3,1] в сравнении с пациентами, показавшими более высокие результаты.

Ключевые слова: сахарный диабет 2 типа, тест с шестиминутной ходьбой, хроническая сердечная недостаточность.

EXERCISE TOLERANCE AS MEASURED BY THE SIX-MINUTE WALK TEST IN PATIENTS WITH TYPE 2 DIABETES MELLITUS AND ITS CORRELATION WITH ECHOCARDIOGRAPHIC PARAMETERS

Research article

Grigorieva E.A.^{1,*}, Rzhikov M.O.², Pitirimova A.S.³¹ORCID : 0000-0003-1843-5312;²ORCID : 0009-0003-6816-4626;³ORCID : 0009-0001-0387-1309;^{1, 2, 3}South Ural Medical University, Chelyabinsk, Russian Federation

* Corresponding author (lenaqriq[at]rambler.ru)

Abstract

Chronic heart failure in combination with type 2 diabetes mellitus aggravates its course and worsens its prognosis. Early detection of patients with a combination of these conditions is relevant.

Objective of the study: to identify a group of patients with diabetes mellitus 2, threatened by the development of chronic heart failure according to the results of the six-minute walk test.

A closed cohort controlled 6-year prospective study of 120 patients with type 2 diabetes mellitus and 50 patients as controls was conducted. Distance travelled by the six-minute walk test was evaluated. Fatal and cardiovascular non-fatal complications were regarded as endpoints at six-year follow-up.

Chronic heart failure developed in 34% of patients with type 2 diabetes mellitus. A significant positive association of medium strength between the result of the six-minute walk test and the development of chronic heart failure was obtained ($rs = 0,29$, $p < 0,01$). The relative risk of developing chronic heart failure in patients with type 2 diabetes mellitus and functional class 3–4 according to the six-minute walk test was 2.0 [1.3–3.1] in comparison with patients who showed higher results.

Keywords: type 2 diabetes mellitus, six-minute walk test, chronic heart failure.

Введение

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) и сахарный диабет 2 типа (СД 2) представляют собой важные мультидисциплинарные проблемы как по отдельности, так и в сочетании, отягощая течение друг друга [1], [2], [3].

В 2019 году эксперты American Heart Association и Heart Failure Society of America объявили о создании Рекомендаций по сочетанию ХСН и СД2, что подтверждает актуальность данной проблемы [4]. Лица с сочетанием этих двух состояний демонстрируют увеличенный риск развития декомпенсации и высокую смертность [5]. Сердечная недостаточность при СД 2 ассоциирована с процессами атеросклероза и артериальной гипертензии,

сопровожающими сахарный диабет, с развитием автономной кардиопатии и нефропатии [1], [2], [3], однако определенные факторы риска развития ХСН при СД 2 типа не определены.

Для оценки физической работоспособности и выявления ранних признаков хронической сердечной недостаточностью используется тест с шестиминутной ходьбой (ТШХ) [6], [7], [8], использующийся для оценки функционального класса ХСН и его ответа на проводимую терапию. В литературе есть немногочисленные работы о возможности применения ТШХ для оценки прогноза пациентов [9]. Согласно исследованиям, результаты ТШХ позволяют выделить группу пациентов со снижением толерантности к нагрузке и изучить связь его результатов с показателями гемодинамики, клиники и ремоделирования сердца.

Цель исследования: по результатам теста с шестиминутной ходьбой выявить группу пациентов с СД 2, угрожаемых по развитию хронической сердечной недостаточности.

Методы и принципы исследования

С 2017 по 2023 год проведено закрытое когортное контролируемое 6-летнее проспективное исследование 120 пациентов с СД 2 в возрасте 45–59 лет, из которых 50 мужчин (40%) и 70 женщин (60%), средний возраст $52,1 \pm 3,2$ лет.

Диагноз СД типа 2 подтвержден на основании Федеральных клинических рекомендаций «Сахарный диабет 2 типа у взрослых», 2024 [10].

Группу контроля составили 50 практически здоровых, 20 мужчин, 30 женщин, сопоставимых по возрасту (45–59 лет, средний возраст $52,8 \pm 2,9$ лет).

Критерии исключения из исследования включали:

1. Наличие неконтролируемого СД.
2. Наличие сердечно-сосудистых заболеваний.
3. Тяжелое сопутствующее заболевание внутренних органов.
4. Несогласие пациента на включение в исследование.

ТШХ оценивался по пройденной дистанции. 0 функциональный класс (ФК) толерантности к нагрузке выставлялся при пройденной дистанции более 550 метров, 1 ФК — 550–426 метров, 2 ФК — 425–301 метров, 3 ФК — 300–151 метров, 4 ФК — 150 метров и менее [6].

В 2023 году проведено проспективное исследование, включающее телефонный опрос, анализ амбулаторных карт. Конечными точками считали фатальные (общая и сердечно-сосудистая смертность) и сердечно-сосудистые нефатальные (инфаркт миокарда, ХСН, ИБС, стенокардия напряжения, острое нарушение мозгового кровообращения, транзиторная ишемическая атака, атеросклероз артерий нижних конечностей с перемежающейся хромотой) осложнения. 6-летнее проспективное наблюдение по данным электронных амбулаторных карт проведено у всех пациентов, включенных в исследование, телефонный опрос был проведен у 96 пациентов с СД2 и у 39 человек, включенных в группу контроля.

Обработка и анализ данных выполнялась на персональном компьютере с использованием пакета прикладных программ для статистического анализа SPSS 16.0, Microsoft Excel 2007. Вычисляли показатели описательной статистики: среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (σ). Данные представлены в виде $M \pm \sigma$. Вариационные ряды обследовали на нормальность распределения с использованием критерия Колмогорова-Смирнова.

Значимость различий средних определяли по критериям Ньюмена-Кейсла и Крускала-Уоллиса. Для оценки различий качественных критериев в сравниваемых группах применяли критерий χ^2 , для оценки риска развития исхода — показатель относительного риска (ОР). Критический уровень значимости (p) был 0,05. С целью выявления зависимостей между показателями и оценки их силы рассчитывался коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r_s).

Исследование одобрено Этическим комитетом ФГБОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России (Протокол № 1 от 12 января 2017 года).

Основные результаты

На рисунке 1 представлены диаграммы распределения ФК толерантности к нагрузке у пациентов с СД2 и в группе К.

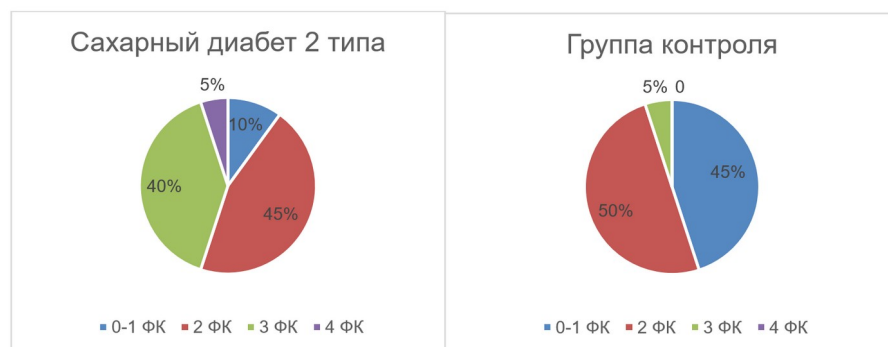


Рисунок 1 - Результаты пробы с 6-минутной ходьбой у пациентов с СД и в группе контроля

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.12.1>

У пациентов СД2 достоверно по сравнению с группой контроля уменьшается количество пациентов с 0 и 1 ФК (10%, 12 человек, ср. с группой контроля 45%, 22 человека, $\chi^2=28$, $p<0,001$) и увеличивается число пациентов с 4 ФК толерантности к физической нагрузке (45%, 54 человека, ср. с группой контроля — 0, $\chi^2=33$, $p<0,001$). Из 96 пациентов с СД2 на первом этапе исследования 1-2 ФК ТШХ имели 55 человек (57%), 3-4 ФК — 41 человек (43%).

За время наблюдения фатальные осложнения выявлены у 5 пациентов сахарным диабетом 2 типа и одного пациента из группы контроля ($\chi^2=0,62$, $p>0,05$), нефатальные сердечно-сосудистые осложнения у 65 пациентов сахарным диабетом 2 типа и 15 пациентов из группы контроля ($\chi^2=9,8$, $p<0,01$).

Частота фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых осложнений у пациентов с СД2 в сравнении с группой контроля представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Фатальные и сердечно-сосудистые нефатальные осложнения у пациентов с СД 2 типа в сравнении с группой контроля по результатам 6-летнего проспективного наблюдения

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.12.2>

осложнения	СД 2		К		χ^2
	человек	%	человек	%	
количество человек	96	-	39	-	-
общая смертность	5	5	1	3	0,45
сердечно-сосудистая смертность	4	4	1	3	0,20
инфаркт миокарда	12	13	2	5	1,62
хроническая сердечная недостаточность	33	34	2	5	12,3**
ИБС, стабильная стенокардия напряжения	26	27	3	8	6,1*
острое нарушение мозгового кровообращения	12	12	1	3	3,1
транзиторная ишемическая атака	13	14	1	5	3,68
атеросклероз артерий нижних конечностей с перемежающейся хромотой	26	27	0	-	13,08**

Примечание: * - $p<0,01$; ** - $p<0,05$

Наиболее частыми осложнениями у пациентов с сахарным диабетом были развитие хронической сердечной недостаточности (34%), ИСБ со стабильной стенокардией напряжения (27%), атеросклероз артерий нижних конечностей (27%).

Проведен корреляционный анализ частоты указанных осложнений и результатов ТШХ. Данные коэффициента корреляции Спирмена r_s приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Связь фатальных и нефатальных осложнений у пациентов с СД 2 и результатов ТШХ по данным 6-летнего проспективного наблюдения

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.157.12.3>

осложнения	СД 2
количество человек	96
исходы	коэффициент корреляции rs
общая смертность	0,10
сердечно-сосудистая смертность	0,12
инфаркт миокарда	0,17
хроническая сердечная недостаточность	0,29
ИБС, стабильная стенокардия напряжения	0,14
острое нарушение мозгового кровообращения	0,22
транзиторная ишемическая атака	0,17
атеросклероз артерий нижних конечностей с перемежающейся хромотой	0,22

Примечание: * - $p < 0,01$; ** - $p < 0,05$

Получена достоверная положительная связь средней силы между результатом ТШХ и развитием хронической сердечной недостаточности ($rs = 0,29$, $p < 0,01$). Из 96 пациентов с СД, включенных в проспективное наблюдение, развитие ХСН регистрировалось у 33 пациентов (34%), что достоверно выше чем в группе контроля (2 пациента, 5%, $\chi^2 = 12,3$, $p < 0,01$). После шестилетнего наблюдения из 55 человек с СД2, имевших 1-2 ФК ТШХ, ХСН развилась у 12 пациентов (21%). Среди 41 пациентов с СД2 и ФК ТШХ 3-4 ХСН регистрировалась у 21 человек (50%), что достоверно выше ($\chi^2 = 9,0$, $p < 0,01$). Относительный риск развития ХСН у пациентов с СД 2 и 3–4 ФК по результату ТШМ составил 2.0 [1,3–3,1] в сравнении с пациентами, показавшими более высокие результаты. Таким образом, тест с шестиминутной ходьбой является надежным предиктором развития ХСН у пациентов с СД 2 типа и позволяет выделить группу пациентов для активного наблюдения, углубленного обследования и вмешательства.

Обсуждение

Исследований, выявивших роль ТШХ в выявлении и прогнозировании ХСН у пациентов с СД 2 типа немного. В одномоментных исследованиях Nojima H. и соавт. [7] и Berisha-Muharremi V. и соавт [8].

Получена связь результата теста с показателями диастолической функции сердца по данным эхокардиографии, что делает пригодным ТШХ для выявления начальных стадий ХСН у пациентов с СД2 типа. Данные работы послужили основой для проведенного нами перспективного исследования, показавшего возможности ТШХ в прогнозе пациентов с сахарным диабетом 2 типа.

Прогностический потенциал ТШХ у пациентов с ХСН был изучен Carlo Rostagno и соавт. [9]. Расстояние, пройденное во время ТШХ, по данным этого исследования, является независимым предиктором выживаемости у пациентов с легкой и умеренной сердечной недостаточностью. В частности, в популяции пациентов с сердечной недостаточностью, расстояние 6MWT < 300 м позволяет выделить подгруппу высокого риска. В работе Nowie-Esquivel J. и соавт. [11] показана связь пройденной дистанции в качестве маркера фатальных и нефатальных событий, в частности, количества госпитализаций у пациентов с ХСН, в частности, количества госпитализаций.

В нашем исследовании показано, что снижение показателей ТШХ является надежным маркером не только прогрессирования ХСН, но и может предсказать ее развитие у пациентов с СД 2. В частности, получена достоверная положительная связь средней силы между результатом ТШХ и развитием хронической сердечной недостаточности ($rs = 0,29$, $p < 0,01$). Относительный риск развития ХСН у пациентов с СД 2 и 3–4 ФК, что соответствует пройденной дистанции по результату ТШМ составил 2.0 [1,3–3,1] в сравнении с пациентами, показавшими более высокие результаты теста.

Заключение

Выводы:

1. Частота развития хронической сердечной недостаточности у пациентов с сахарным диабетом 2 типа по данным 6-летнего проспективного наблюдения составляет 34%, что достоверно выше чем в группе контроля.

2. Получена достоверная связь развития хронической сердечной недостаточности и показателей теста с шестиминутной ходьбой. Пройденная дистанция менее 300 метров повышает риск развития хронической сердечной недостаточности в два раза.

СД 2 типа рассматривается как сердечно-сосудистое заболевание, сопровождающееся реакцией сердца в виде диабетической кардиопатии, микро- и макроангиопатии, поражения почек с развитием артериальной гипертензии, что приводит к гипертрофии левого желудочка, нарушению расслабления миокарда, и, на следующей стадии — к развитию сердечной недостаточности по диастолическому либо по систолическому варианту. Тест с шестиминутной ходьбой позволяет выявить этот процесс на доклинической стадии и снизить влияние основных компонентов повреждения сердца в уязвимой группе.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Багрий А.Э. Хроническая сердечная недостаточность и сахарный диабет 2 типа: состояние проблемы / А.Э. Багрий, Е.В. Супрун, Е.С. Михайличенко [и др.] // Российский кардиологический журнал. — 2020. — № 25 (4). — С. 3858.— DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3858.
2. Li J. Effects on all-cause mortality and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes by comparing insulin with oral hypoglycemic agent therapy: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical therapeutics* / J. Li, Y. Tong, Y. Zhang [et al.]. — 2022. — Vol. 38 (2). — P. 372–386.e6. — DOI: 10.1016/j.clinthera.2015.12.006.
3. Seferović P.M. Type 2 diabetes mellitus and heart failure: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *European journal of heart failure* / P.M. Seferović, M.C. Petrie, G.S. Filippatos [et al.]. — 2022. — Vol. 20 (5). — P. 853–872. — DOI: 10.1002/ejhf.117.
4. Dunlay S.M. Type 2 Diabetes Mellitus and Heart Failure: A Scientific Statement From the American Heart Association and the Heart Failure Society of America: This statement does not represent an update of the 2017 ACC/AHA/HFSA heart failure guideline update. *Circulation* / S.M.Dunlay, M.M. Givertz, D. Aguilar [et al.]. — 2019. — Vol. 140 (7). — P. e294–e324. — DOI: 10.1161/CIR.0000000000000691.
5. Kristensen S.L. Clinical and echocardiographic characteristics and cardiovascular outcomes according to diabetes status in patients with heart failure and preserved ejection fraction: a report from the I-Preserve Trial (Irbesartan in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction). *Circulation* / S.L. Kristensen, M.U. Mogensen, P.S. Jhund [et al.]. — 2023 — Vol. 135 (8). — P. 724–735. — DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024593
6. Хроническая сердечная недостаточность : Федеральные клинические рекомендации / Министерство здравоохранения РФ. — 2024. — URL : https://scardio.ru/content/Guidelines/2024_HSN.pdf (дата обращения: 29.10.2024).
7. Nojima H. Association between aerobic capacity and the improvement in glycemic control after the exercise training in type 2 diabetes. *DiabetolMetab Syndr* / H.Nojima, M. Yoneda, H. Watanabe [et al.]. — 2017. — № 9. — P. 63.
8. Berisha-Muharremi V. Diabetes is the strongest predictor of limited exercise capacity in chronic heart failure and preserved ejection fraction (HFpEF). *FrontCardiovasc Med* / V.Berisha-Muharremi, M.Y. Henein, F.L. Dini [et al.]. — 2022. — № 9. — P. 883615.
9. Rostagno C. Prognostic value of 6-minute walk corridor test in patients with mild to moderate heart failure: comparison with other methods of functional evaluation / C. Rostagno, G. Olivo, M. Comeglio [et al.] // *Eur J Heart Fail.* — 2003. — № 5 (3). — P. 247–252. — DOI: 10.1016/s1388-9842(02)00244-1. — PMID: 12798821.
10. Сахарный диабет 2 типа у взрослых : Федеральные клинические рекомендации / Министерство здравоохранения РФ. — 2024. — URL : https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/290_2 (дата обращения: 29.10.2024).
11. Howie-Esquivel J. Does oxygen saturation or distance walked predict rehospitalization in heart failure? / J. Howie-Esquivel, K. Dracup // *J Cardiovasc Nurs.* — 2008 — Vol. 23 (4). — P. 349–356. — DOI: 10.1097/01.JCN.0000317434.2933.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bagrij A.Je. Hronicheseskaja serdechnaja nedostatochnost' i saharnyj diabet 2 tipa: sostojanie problemy [Chronic heart failure and diabetes mellitus type 2: the state of the problem] / A.Je. Bagrij, E.V. Suprun, E.S. Mihajlichenko [et al.] // *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal* [Russian Cardiology Journal]. — 2020. — № 25 (4). — P. 3858.— DOI: 10.15829/1560-4071-2020-3858. [in Russian]
2. Li J. Effects on all-cause mortality and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes by comparing insulin with oral hypoglycemic agent therapy: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical therapeutics* / J. Li, Y. Tong, Y. Zhang [et al.]. — 2022. — Vol. 38 (2). — P. 372–386.e6. — DOI: 10.1016/j.clinthera.2015.12.006.
3. Seferović P.M. Type 2 diabetes mellitus and heart failure: a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *European journal of heart failure* / P.M. Seferović, M.C. Petrie, G.S. Filippatos [et al.]. — 2022. — Vol. 20 (5). — P. 853–872. — DOI: 10.1002/ejhf.117.
4. Dunlay S.M. Type 2 Diabetes Mellitus and Heart Failure: A Scientific Statement From the American Heart Association and the Heart Failure Society of America: This statement does not represent an update of the 2017 ACC/AHA/HFSA heart failure guideline update. *Circulation* / S.M.Dunlay, M.M. Givertz, D. Aguilar [et al.]. — 2019. — Vol. 140 (7). — P. e294–e324. — DOI: 10.1161/CIR.0000000000000691.
5. Kristensen S.L. Clinical and echocardiographic characteristics and cardiovascular outcomes according to diabetes status in patients with heart failure and preserved ejection fraction: a report from the I-Preserve Trial (Irbesartan in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction). *Circulation* / S.L. Kristensen, M.U. Mogensen, P.S. Jhund [et al.]. — 2023 — Vol. 135 (8). — P. 724–735. — DOI:10.1161/CIRCULATIONAHA.116.024593

6. Hronicheskaja serdechnaja nedostatochnost' : Federal'nye klinicheskie rekomendacii [Chronic heart failure : Federal clinical guidelines] / Ministry of Health of the Russian Federation. — 2024. — URL : https://scardio.ru/content/Guidelines/2024_HSN.pdf (accessed: 29.10.2024). [in Russian]
7. Nojima H. Association between aerobic capacity and the improvement in glycemic control after the exercise training in type 2 diabetes. DiabetolMetab Syndr / H.Nojima, M. Yoneda, H. Watanabe [et al.]. — 2017. — № 9. — P. 63.
8. Berisha-Muharremi V. Diabetes is the strongest predictor of limited exercise capacity in chronic heart failure and preserved ejection fraction (HFpEF). FrontCardiovasc Med / V.Berisha-Muharremi, M.Y. Henein, F.L. Dini [et al.]. — 2022. — № 9. — P. 883615.
9. Rostagno C. Prognostic value of 6-minute walk corridor test in patients with mild to moderate heart failure: comparison with other methods of functional evaluation / C. Rostagno, G. Olivo, M. Comeglio [et al.] // Eur J Heart Fail. — 2003. — № 5 (3). — P. 247–252. — DOI: 10.1016/s1388-9842(02)00244-1. — PMID: 12798821.
10. Saharnyj diabet 2 tipa u vzroslyh : Federal'nye klinicheskie rekomendacii [Type 2 diabetes mellitus in adults : Federal clinical guidelines] / Ministry of Health of the Russian Federation. — 2024. — URL : https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/290_2 (accessed: 29.10.2024). [in Russian]
11. Howie-Esquivel J. Does oxygen saturation or distance walked predict rehospitalization in heart failure? / J. Howie-Esquivel, K. Dracup // J Cardiovasc Nurs. — 2008 — Vol. 23 (4). — P. 349–356. — DOI: 10.1097/01.JCN.0000317434.2933.