



Segurança, viabilidade e respostas agudas de exercício físico ativo em idosos e idosos longevos submetidos ao implante transcater da válvula aórtica

Security, viability and acute responses to active physical exercise in elderly and long-lived elderly undergoing transcatheter aortic valve implantation

Seguridad, viabilidad y respuestas agudas al ejercicio físico activo en ancianos y ancianos sometidos a implante percutáneo de válvula aórtica

Wátila Moura Sousa¹, Giulliano Gardenghi², Rhebeca Almeida Marchiore³, Fernando Henrique Fernandes², Maurício Lopes Prudente²; Ana Cristina Silva Rebelo¹.

RESUMO

Objetivo: Avaliar as respostas agudas do exercício com cicloergômetro no pós-operatório de idosos e idosos longevos submetidos ao implante transcater de válvula aórtica (TAVI), incluindo a segurança e viabilidade do exercício físico. **Métodos:** Ensaio clínico não randomizado com 39 pacientes. Coletadas variáveis de pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), percepção de esforço e parâmetros funcionais (fragilidade: teste de caminhada de 5 metros – T5M e capacidade funcional: teste de caminhada de 6 minutos – TC6) em momentos pré-TAVI, pós-TAVI (primeiro dia de pós-operatório) e na alta hospitalar. No pós-TAVI foi realizado protocolo de exercício físico com cicloergômetro de membros superiores em uma sessão com duas séries de cinco minutos. **Resultados:** Após o exercício, houve alteração ($p=0,001$) da PA sistólica ($127,28\pm 17,52$ vs $138,36\pm 19,20$ mmHg), FC ($72,36\pm 12,83$ vs $81,13\pm 17,92$), Borg dispneia ($0,62\pm 1,17$ vs $2,49\pm 1,52$) e Borg fadiga membros superiores ($0,50\pm 0,80$ vs $3,08\pm 1,49$). O comportamento hemodinâmico ao exercício foi similar entre idosos e idosos longevos. A fragilidade e a capacidade funcional pioraram entre pré e pós-TAVI, mas melhoraram na alta hospitalar. **Conclusão:** O exercício com cicloergômetro foi seguro, viável e se mostrou benéfico na melhora da fragilidade e capacidade funcional para a alta hospitalar. Não houve registro de eventos adversos.

Palavras-chave: Valva aórtica, Estenose da valva aórtica, Substituição da valva aórtica transcater, Exercício físico.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the acute responses to exercise with a cycle ergometer in the postoperative period of elderly and long-lived elderly patients undergoing transcatheter aortic valve implantation (TAVI), including the safety and feasibility of physical exercise. **Methods:** Non-randomized clinical trial with 39 patients. Blood pressure (BP), heart rate (HR), perceived exertion and functional parameters (frailty: 5-meter walk test – T5M

¹ Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia - GO.

² Hospital ENCORE, Aparecida de Goiânia - GO.

³ Universidade Estadual de Goiás (UEG), Goiânia - GO.

and functional capacity: 6-minute walk test – 6MWT) were collected in pre-TAVI moments, post-TAVI (first postoperative day) and at hospital discharge. Post-TAVI, a physical exercise protocol with an upper limb cycle ergometer was carried out in a single session with two sets of five minutes. **Results:** After exercise, there was a change ($p=0.001$) in systolic BP (127.28 ± 17.52 vs 138.36 ± 19.20 mmHg), HR (72.36 ± 12.83 vs $81.13\pm 17, 92$), Borg dyspnea (0.62 ± 1.17 vs 2.49 ± 1.52) and Borg fatigue upper limbs (0.50 ± 0.80 vs 3.08 ± 1.49). The hemodynamic behavior during exercise was similar between the elderly and the oldest old. Frailty and functional capacity worsened between pre- and post-TAVI, but improved at hospital discharge. **Conclusion:** Cycle ergometer exercise was safe, viable and proved beneficial in improving frailty and functional capacity for hospital discharge. There were no records of adverse events.

Keywords: Aortic valve, Aortic valve stenosis, Transcatheter aortic valve replacement, Exercise.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar las respuestas agudas al ejercicio con cicloergómetro en el postoperatorio de pacientes ancianos y longevos sometidos a implante percutáneo de válvula aórtica (TAVI), incluida la seguridad y viabilidad del ejercicio físico. **Métodos:** Ensayo clínico no aleatorizado con 39 pacientes. Se recogieron la presión arterial (PA), la frecuencia cardíaca (FC), el esfuerzo percibido y los parámetros funcionales (fragilidad: prueba de caminata de 5 metros – T5M y capacidad funcional: prueba de caminata de 6 minutos – 6MWT) en momentos pre-TAVI, post-TAVI (primer día postoperatorio) y al alta hospitalaria. Post-TAVI se realizó un protocolo de ejercicio físico con cicloergómetro de miembro superior en una única sesión con dos series de cinco minutos. **Resultados:** Después del ejercicio hubo cambio ($p=0,001$) en la PA sistólica ($127,28\pm 17,52$ vs $138,36\pm 19,20$ mmHg), la FC ($72,36\pm 12,83$ vs $81,13\pm 17,92$), la disnea de Borg ($0,62\pm 1,17$ vs $2,49\pm 1,52$) y fatiga de Borg en miembros superiores ($0,50\pm 0,80$ vs $3,08\pm 1,49$). El comportamiento hemodinámico durante el ejercicio fue similar entre ancianos y ancianos. La fragilidad y la capacidad funcional empeoraron entre antes y después del TAVI, pero mejoraron al alta hospitalaria. **Conclusión:** El ejercicio en cicloergómetro fue seguro, viable y demostró ser beneficioso para mejorar la fragilidad y la capacidad funcional para el alta hospitalaria. No hubo registros de eventos adversos.

Palabras clave: Válvula aórtica, Estenosis valvular aórtica, Reemplazo valvular aórtico transcáteter, Ejercicio.

INTRODUÇÃO

O implante transcáteter da válvula aórtica (TAVI) é um tratamento da estenose grave da válvula aórtica sintomática em pacientes idosos em todas as faixas de risco cirúrgico (MACK MJ, et al., 2019). Esse público costuma apresentar-se em um nível de senilidade característico de limitações físicas e redução da independência e autonomia. Assim, tanto o idoso quanto o idoso longevo (≥ 80 anos de idade), que naturalmente pode apresentar-se mais debilitado e frágil, são passíveis de importante perda funcional (SIBILITZ KL, et al., 2022).

Após o TAVI, o exercício físico parece seguro e altamente eficaz em relação a respostas hemodinâmicas e melhorias na capacidade de exercício, força muscular e qualidade de vida (PRESSLER A, et al., 2016). Assim, pode melhorar a capacidade funcional, e reduzir a fragilidade em pacientes pós-TAVI (EICHLER S, et al., 2017). No entanto, o período logo após a cirurgia valvar é menos valorizado e as iniciativas de exercício físico não são mencionadas como parte da abordagem integrada durante a hospitalização (SIBILITZ KL, et al., 2022).

Embora estudos anteriores mostrem que o exercício aeróbico melhora a capacidade funcional, os ensaios clínicos disponíveis registram intervenções pós-TAVI apenas imediatamente após ou depois de semanas após a alta hospitalar (RUSSO N, et al., 2014; TARRO GENTA F, et al., 2017; KLECZYNSKI P, et al., 2021; TAMULEVIČIŪTĖ-PRASCIENĖ E, et al., 2021). Os dados clínicos e funcionais com respostas agudas de exercício aeróbico durante internação hospitalar no primeiro dia de pós-operatório de TAVI e as repercussões em idosos e idosos longevos não estão disponíveis e claros quanto à viabilidade e segurança.

Ainda, o meio comumente utilizado para este fim é o cicloergômetro, que tem se mostrado seguro e eficaz, possui vantagens em utilizar pouco espaço, não é pesado e fácil ser transportado para ser usado em qualquer momento (COUTINHO WM, et al., 2016). Além disso, em estudos com pacientes em pós-operatório de cirurgia abdominal internados na unidade de terapia intensiva (UTI) (DANTAS JCN, et al., 2016) e em pós-operatório de cirurgia cardíaca, as alterações fisiológicas agudas nas variáveis cardiorrespiratórias pressão arterial sistólica, diastólica e média, frequência cardíaca, duplo-produto, saturação periférica de oxigênio, frequência respiratória e percepção de esforço foram baixas ou inexistentes (CORDEIRO AL, et al., 2014).

Um recente estudo chinês randomizado e controlado avaliou a eficácia da reabilitação cardíaca precoce em pacientes com cirurgia valvar e mostrou melhora da capacidade física, incluindo a atividade diária, como o aumento da distância percorrida no momento da alta hospitalar. Porém, a população estudada envolvia valvopatias diversas e a cirurgia padrão foi a cirurgia convencional (XUE W, et al., 2022).

Neste estudo, exploramos os resultados de pacientes idosos e idosos longevos hospitalizados para TAVI. Considerando o rápido aumento da proporção da população idosa nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, é cada vez maior a condição epidemiológica crítica de doenças cardiovasculares que submetem os indivíduos à processos cirúrgicos e internação (SPERLONGANO S, et al., 2021; XUE W, et al., 2022). Assim, a importância de apresentar protocolos que almejem intervir no processo de recuperação sobre esses pacientes de condição clínica grave e de alta mortalidade.

É possível que o exercício com cicloergômetro de membros superiores (MMSS), durante a internação hospitalar, seja viável e seguro, apresente respostas agudas esperadas com base na fisiologia do exercício, e ajude a melhorar ou diminuir perdas da capacidade funcional quando no momento da alta.

Além disso, não foi encontrado outro estudo que tenha testado terapia direcionada com cicloergômetro no período de internação hospitalar em indivíduos idosos e idosos longevos pós-TAVI. Portanto, buscou-se verificar a viabilidade e segurança e avaliar respostas hemodinâmicas e funcionais ao exercício físico com cicloergômetro de MMSS no pós-operatório de pacientes com estenose aórtica submetidos ao TAVI, assim como verificar essas respostas entre idosos e idosos longevos.

MÉTODOS

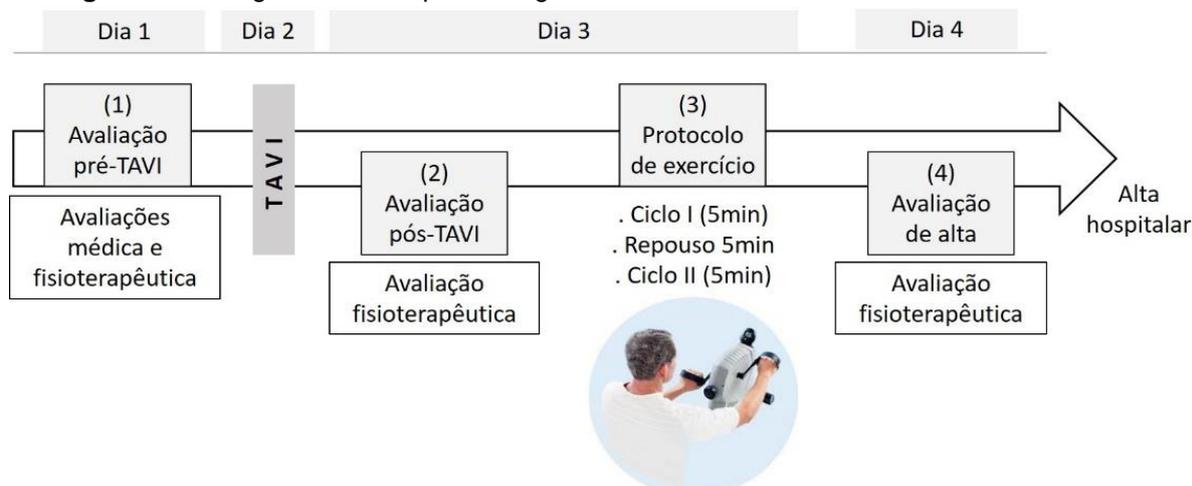
Ensaio clínico não randomizado, de centro único e braço único envolvendo pacientes de um hospital privado da cidade de Aparecida de Goiânia, Goiás, Brasil. Todos os sujeitos acima de 60 anos de idade encaminhados para realização de TAVI no período de setembro de 2018 a julho de 2021 foram convidados a participar do estudo.

Foram excluídos aqueles que apresentassem alguma dificuldade cognitiva na compreensão das avaliações, alguma doença ortopédica, reumatológica ou neuromuscular progressiva, que impossibilitasse a realização dos testes físicos e exercício físico durante as abordagens. O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás aprovou a pesquisa sob parecer número 2.921.551 e CAAE 96696518.0.0000.5083.

Os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. As regras de proteção de dados foram rigorosamente observadas e os dados dos pacientes foram processados anonimamente. Este estudo é parte de um amplo projeto sobre a temática e que envolve outros desdobramentos. A pesquisa foi realizada em quatro momentos: (1) avaliação pré-TAVI, (2) avaliação pós-TAVI, (3) protocolo de exercício e (4) avaliação de alta.

No momento 1, as avaliações médica e fisioterapêutica foram realizadas. Essas avaliações ocorreram na véspera do procedimento de TAVI. Na avaliação pós-TAVI, que ocorreu no primeiro dia de pós-operatório, a avaliação fisioterapêutica foi repetida e após mínimos 30 minutos, o protocolo de exercício com cicloergômetro foi realizado. No momento 4, todos os testes da avaliação fisioterapêutica foram repetidos, conforme (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma das etapas de registros.



Legenda: TAVI: Implante Transcateter da Válvula Aórtica; Ciclo I: primeira série de cicloergômetro; Ciclo II: segunda série de cicloergômetro; min: minutos.

Fonte: Sousa WM, et al., 2024.

Avaliações

- Avaliação clínica

Realizada por profissional médico cardiologista. As variáveis foram: idade, sexo, dados antropométricos, sinais vitais, dados ecocardiográficos, comorbidades associadas, classificação funcional da New York Heart Association (NYHA), escore do Sistema Europeu de Avaliação de Risco Operativo Cardíaco II (EuroSCORE II) e escore de mortalidade da Sociedade de Cirurgiões Torácicos (STS).

Avaliação funcional

Realizada por profissional fisioterapeuta. As variáveis foram: percepção do esforço respiratório (Borg dispneia) e Borg fadiga membros superiores através da utilização da Escala de Borg Modificada quantificada de 0 (nenhum sintoma) a 10 (sintoma máximo) (BORG GA, 1982); pico de fluxo de tosse (PFT) em L/min, através do Peak Flow Meter® com três medidas e o mais alto valor foi considerado para análise (FREITAS FSD, et al., 2010); pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}) em cmH₂O, através de manovacuômetro digital portátil, e o valor mais alto de três medidas reproduzíveis foi considerada para análise (ATS, 2002b), força muscular em kg. m/s² através do dinamômetro hidráulico de mão Saehan® (NOVAES RD, et al., 2009), tempo no teste de caminhada de 5 metros (T5M), através da média de três tempos, classificado como marcha lenta – frágil – quando ≥7 segundos (LEON MB, et al., 2016), distância percorrida (DT) em metros, no teste de caminhada de 6 minutos (TC6), realizado duas vezes para efeito de aprendizado e considerado o de melhor desempenho (ATS, 2002a).

Protocolo de exercício físico com cicloergômetro

Realizado exercício cíclico em MMSS com uso de cicloergômetro (Minibicicleta Ergométrica Compact E14 – Acte Sports®), com o paciente sentado no leito ou na poltrona. A distância do paciente para o aparelho foi determinada utilizando a extensão dos membros superiores como limite máximo para o posicionamento do pedal, levando em consideração o conforto do paciente e apoio posterior de tronco.

Consistiu de duas séries e cada uma com duração de cinco minutos e intervalo entre elas para repouso de cinco minutos (RIEBE D, et al., 2018). Iniciado o exercício com o cicloergômetro, buscou-se a padronização por quarenta a sessenta segundos iniciais de aquecimento, com aumento gradual das rotações atingindo a máxima intensidade possível. A intensidade foi controlada pela Escala de Borg Modificada com percepção subjetiva alvo entre 3 e 4 entre o segundo e quarto minuto de exercício. Nos últimos quarenta segundos o paciente retornava para valores menores de rotações até paralização da atividade.

Antes, durante e após, era realizado o controle das variáveis hemodinâmicas: pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD), frequência respiratória (FR) e cardíaca (FC), além de dados da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) e Escala de BORG.

Os critérios de interrupção do exercício foram: redução de saturação de oxigênio inferior a 92%, deslocamento acidental de acessos e anexos, instabilidade hemodinâmica, quedas, sangramento, sinais/sintomas de intolerância ao exercício, incluindo angina, dispneia acentuada e mudanças sugestivas de isquemia no eletrocardiograma.

Viabilidade e segurança

A viabilidade foi determinada ao examinar os seguintes parâmetros: paciente conseguir completar a realização do protocolo de exercícios (duas séries) no primeiro dia de pós-operatório, alcançar a intensidade proposta e manutenção da segurança do paciente.

Ainda, ao analisar aqueles incluídos no protocolo de exercício, foram registradas a taxa de recrutamento (razão entre o total de participantes que iniciaram as intervenções e o total de indivíduos triados), taxa de retenção (razão entre o total de participantes que finalizaram os 02 ciclos e o total de participantes que iniciaram as intervenções), taxa de presença (razão entre a quantidade de sessões realizadas e a quantidade de sessões ofertadas) e taxa de adesão (razão entre a quantidade de sessões realizadas integralmente e a quantidade de sessões frequentadas pelo participante). A segurança foi analisada a partir do registro de eventos adversos na preparação, realização e imediatamente após o momento da intervenção com o cicloergômetro.

Foram considerados aqueles semelhantes à interrupção do protocolo de exercício, a saber: dessaturação de oxigênio inferior a 92%, deslocamento acidental de acessos e anexos, instabilidade hemodinâmica, quedas, sangramento, sinais/sintomas de intolerância ao exercício, incluindo angina, dispneia acentuada e mudanças sugestivas de isquemia no eletrocardiograma. Ainda, outros eventos de qualquer natureza não listados que viessem a ocorrer e relacionados ao protocolo de exercício, seriam registrados. Considerou-se seguro quando inexistia eventos adversos.

Análise estatística

A caracterização da amostra, comorbidades, características cirúrgicas e hospitalares foram realizadas por meio de frequência relativa (%) e frequência absoluta (n) para as variáveis categóricas. Para variáveis contínuas utilizou-se média, desvio padrão, mediana, mínimo e máximo. Posteriormente, os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico SPSS versão 26,0.

A normalidade dos dados foi testada por meio do Teste de Shapiro-Wilk. A avaliação dos parâmetros pré-TAVI, pós-TAVI e da alta hospitalar, após e ao final da intervenção foi realizada aplicando-se Análise de Variância (ANOVA) e o teste de Wilcoxon, para análise post-hoc, foi utilizado o teste de Bonferroni. Adotou-se o nível de significância de 5% ($p < 0,05$) em todas as análises.

O tamanho amostral foi calculado para cada variável cardiorrespiratória e funcional, utilizando as medidas de média e desvio padrão avaliadas no pré-TAVI, pós-TAVI e na alta hospitalar. Para tanto, foi utilizado o software G. Power® (versão 3.1.9.7; Heinrich-Heine-University, Düsseldorf, Alemanha) (FAUL F, et al., 2007). Foi verificado uma estimativa mínima de 19 pacientes (IC95% 13 a 27) a um nível de significância de 5%, intervalo de confiança de 95% e poder amostral de 80%.

RESULTADOS

A amostra deste estudo foi composta por 40 indivíduos com variação de idade entre 65 e 90 anos de idade (50% \geq 80 anos). Para a avaliação clínica todos foram incluídos e as características basais são descritas na (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização da amostra na avaliação pré-TAVI, n=40.

Variáveis	n (%)	Média ± DP
Idade, anos	-	79,33 ± 5,50
IMC, kg/m ²	-	26,57 ± 4,75
Área valvar aórtica, cm ²	-	0,83 ± 0,19
Score de cálcio	-	3489,07 ± 1556,20
STS score mortalidade*	-	6,05 ± 3,63
Euroscore II**	-	4,94 ± 3,49
Sexo masculino	21 (52,5)	-
MPP	1 (2,6)	-
Fumante	2 (5)	-
Ex-fumante	15 (37,5)	-
Não fumante	23 (57,4)	-
NYHA I e II	20 (50)	-
NYHA III e IV	20 (50)	-

Legenda: n = frequência absoluta; % = frequência relativa; média ± desvio padrão ou n (%). DP = desvio padrão. IMC: índice de massa corporal; STS: Sociedade de Cirurgiões Torácicos – risco*: baixo (<4%), intermediário (4-8%), alto (>8%); EuroSCORE: Sistema Europeu de Avaliação de Risco Operacional Cardíaco – risco**: baixo (0-2%), médio (3-5%), alto (≥6%); MPP: marcapasso; NYHA: New York Heart Association.

Fonte: Sousa WM, et al., 2024.

Nessa população, 37 (92,5%) dos pacientes tinham a valva aórtica com 3 folhetos, enquanto 3 (7,5%) portavam valva bicúspide. Entre as comorbidades, foram encontradas prevalências de 89,7% de hipertensão arterial sistêmica, 53,8% de dislipidemia e 38,5% de diabetes mellitus. Todos realizaram a TAVI via transfemorral e utilizaram reparo vascular percutâneo. Tempo médio de internação hospitalar foi de 3,2±2,14 dias, sendo na UTI de 1,85±1,37 dias, e na enfermaria 1,44±1,23 dias.

Um paciente evoluiu para óbito cardiovascular após cirurgia por esternotomia em detrimento de uma perfuração do ventrículo causada pelo eletrodo de marcapasso temporário, portanto, este foi incluído apenas na análise pré-TAVI. Para considerar a avaliação funcional nos idosos que realizaram o protocolo de exercício, o número de participantes foi menor, uma vez que oito permaneceram no hospital apenas dois ou menos dias, impossibilitando a terceira avaliação.

Dos 31 restantes, quatro se recusaram a realizar manovacuometria e cinco tiveram contraindicação e/ou instabilidade hemodinâmica impedindo a realização do TC6 no pós-TAVI. Assim, 22 pacientes finalizaram todas as medidas.

A **Tabela 2** apresenta as variáveis cardiorrespiratórias e funcionais nos momentos pré-TAVI, pós-TAVI e na alta hospitalar dos pacientes que concluíram todos os momentos da pesquisa. Os pacientes que não apresentaram informação em algum desses períodos foram excluídos nessa análise. Verificou-se que entre os sinais vitais, a SpO₂ reduziu entre o pré e pós-TAVI; entre as características funcionais, o tempo empregado no T5M aumentou entre o pré e pós-TAVI e diminuiu entre este e a alta hospitalar; a distância percorrida no TC6 diminuiu entre o pré e pós-TAVI e aumentou entre o pós-TAVI e alta hospitalar.

Tabela 2 - Características cardiorrespiratórias e funcionais pré-TAVI, pós-TAVI e na alta hospitalar, n=22.

Variável	Pré-TAVI	Pós-TAVI	Alta hospitalar	p
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
FC [†] , bpm	67,77 ± 14,12	71,56 ± 14,56	72,36 ± 13,79	0,05
SPO ₂ [†] , %	95,73 ± 2,59	94,15 ± 2,34	94,95 ± 2,44	0,013^a
PAS, mmHg	124,27 ± 22,75	124,27 ± 20,14	129,55 ± 20,11	0,42
PAD, mmHg	66,32 ± 12,79	63,95 ± 12,62	67,68 ± 12,71	0,30
BORG dispneia [†]	0,27 ± 0,70	0,34 ± 0,94	0,18 ± 0,50	0,87
BORG MMII [†]	0,98 ± 2,14	0,64 ± 1,43	0,50 ± 0,91	0,97
FPM [†]	44,37 ± 18,53	44,11 ± 19,13	47,09 ± 18,37	0,17
PFT [†] , l/min	237,73 ± 89,23	223,55 ± 93,58	234,32 ± 82,52	0,56
PIMAX, cmH ₂ O	50,62 ± 22,19	45,33 ± 20,47	45,62 ± 15,69	0,11
PEMAX, cmH ₂ O	66,19 ± 32,71	58,95 ± 30,30	65,43 ± 33,45	0,19
T5M [†] , seg	7,30 ± 3,96	9,63 ± 4,35	7,77 ± 2,77	0,015^{ac}
DT TC6 [†] , m	240,55 ± 89,36	192,26 ± 82,54	223,11 ± 111,08	0,003^{ac}

Legenda: a: diferença estatística significativa entre pré e pós; b: diferença estatística significativa entre pré e alta; c: diferença estatística significativa entre pós e alta. †: teste de normalidade não significativo. DP: desvio padrão; FC: frequência cardíaca; SPO₂: saturação periférica de oxigênio; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; BORG MMII: Escala de Borg periférica (membros inferiores); FPM: força de prensão manual; PFT: pico de fluxo de tosse; PIMAX: pressão inspiratória máxima; PEMAX: pressão expiratória máxima; T5M: teste de caminhada de 5 metros; DT TC6: Distância percorrida no Teste de Caminhada de 6 minutos; bpm: batimentos por minutos; mmHg: milímetros de mercúrio; l/min: litros por minuto; cmH₂O: centímetro de água; seg: segundos; m: metros. **Fonte:** Sousa WM, et al., 2024.

Na **Tabela 3** está apresentado o comportamento das variáveis durante o exercício físico com cicloergômetro nas duas séries de exercício, ao qual todos os 39 indivíduos foram submetidos. Em relação aos valores iniciais, verificou-se que, após o primeiro ciclo de cinco minutos de exercício com o cicloergômetro, houve aumento da PAS, FC, DPT, SpO₂, Borg dispneia e Borg fadiga membros superiores. No segundo ciclo, a PAS, FC, DPT e Borg dispneia e Borg fadiga membros superiores também se elevaram. Não houve eventos adversos registrados associados à intervenção.

Entre os 39 idosos participantes do exercício físico com cicloergômetro, 19 eram idosos longevos (≥80 anos de idade). A **Tabela 4** apresenta de forma segmentada o comportamento das variáveis durante o protocolo entre o grupo de idosos e o grupo de idosos longevos.

Em relação aos valores iniciais, verificou-se que, após o primeiro ciclo ambos os grupos aumentaram a FC, DPT, Borg dispneia e Borg fadiga membros superiores. No segundo ciclo, essas variáveis também aumentaram em ambos os grupos, acrescentando a elas a elevação da PAS. Cada um dos grupos conseguiu uma elevação significativa na quantidade de rotações por minuto entre o primeiro e o segundo ciclo. Quanto aos dados de viabilidade, entre os 40 participantes triados, 39 iniciaram as intervenções (taxa de recrutamento de 97%), 39 participantes finalizaram os dois ciclos de exercício (taxa de retenção de 100%), 39 participantes frequentaram e realizaram integralmente os dois ciclos ofertados (taxa de presença e de adesão de 100%).

Tabela 3 - Comportamento das variáveis analisadas durante o protocolo de exercício físico, n=39.

Repouso		Final		p*
Média ± DP		Média ± DP		
Ciclo I				
PAS, mmHg	129,03 ± 22,10	134,02 ± 20,46		0,012
PAD, mmHg	66,19 ± 12,96	65,01 ± 11,99		0,918
FC, bpm	73,41 ± 12,40	81,28 ± 14,94		0,001
DPT	9473,36 ± 2338,48	10883,12 ± 2732,97		0,001
SpO ₂ , %	94,69 ± 3,05	95,05 ± 5,03		0,048
BORG dispneia	0,54 ± 1,14	2,69 ± 1,88		0,001
BORG MMSS	0,28 ± 0,55	2,68 ± 1,72		0,001
Ciclo II				
PAS, mmHg	127,28 ± 17,52	138,36 ± 19,20		0,001
PAD, mmHg	64,91 ± 10,96	65,94 ± 11,50		0,192
FC, bpm	72,36 ± 12,83	81,13 ± 17,92		0,001
DPT	9209,24 ± 2094,03	11280,52 ± 3437,24		0,001
SpO ₂ , %	95,08 ± 2,64	95,64 ± 2,49		0,096
BORG dispneia	0,62 ± 1,17	2,49 ± 1,52		0,001
BORG MMSS	0,50 ± 0,80	3,08 ± 1,49		0,001

Legenda: *Teste de Wilcoxon; DP = desvio padrão; Ciclo I: primeira série de cicloergômetro; Ciclo II: segunda série de cicloergômetro; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; DPT: duplo produto; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; BORG dispneia: percepção de esforço respiratório; BORG MMSS: percepção de fadiga de membros superiores; bpm: batimentos por minutos; mmHg: milímetros de mercúrio.

Fonte: Sousa WM, et al., 2024.

Tabela 4 - Comportamento das variáveis analisadas durante o protocolo de exercício entre idosos e idosos longevos.

Idosos (n= 20)			p*	Idosos longevos (n=19)		p*
Repouso	Final	Repouso		Final		
Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP		
Ciclo I						
PAS, mmHg	131,60 ± 25,57	134,33 ± 21,71	0,05	126,33 ± 18,06	133,71 ± 19,65	0,07
PAD, mmHg	66,61 ± 14,10	66,41 ± 13,28	0,48	65,75 ± 12,02	63,54 ± 10,63	0,72
FC, bpm	70,15 ± 11,18	79,25 ± 14,49	0,01	76,84 ± 12,98	83,42 ± 15,49	0,02
DPT	9244,40 ± 2463,34	10519,97 ± 1946,36	0,01	9714,37 ± 2240,50	11265,40 ± 3386,52	0,03
SPO ₂ , %	94,90 ± 2,94	94,75 ± 6,50	0,19	94,47 ± 3,24	95,37 ± 2,95	0,17
BORG dispneia	0,48 ± 0,82	3,10 ± 2,00	<0,01	0,61 ± 1,42	2,26 ± 1,69	0,01
BORG MMSS	0,30 ± 0,57	2,93 ± 1,99	<0,01	0,26 ± 0,54	2,42 ± 1,39	0,01
Ciclo II						
PAS, mmHg	127,30 ± 18,46	137,57 ± 19,91	0,01	127,25 ± 16,98	139,19 ± 18,93	0,01
PAD, mmHg	65,40 ± 11,66	66,72 ± 11,89	0,20	64,38 ± 10,46	65,12 ± 11,34	0,56
FC, bpm	67,50 ± 10,06	77,70 ± 16,70	<0,01	77,47 ± 13,66	84,74 ± 18,89	<0,01
DPT	8610,59 ± 1933,46	10716,71 ± 3276,48	<0,01	9839,39 ± 2119,86	11873,99 ± 3589,61	0,01
SpO ₂ , %	95,65 ± 2,21	96,00 ± 2,32	0,42	94,47 ± 2,97	95,26 ± 2,66	0,11
BORG dispneia	0,48 ± 0,94	2,55 ± 1,54	<0,01	0,76 ± 1,39	2,42 ± 1,54	0,01
BORG MMSS	0,43 ± 0,67	3,00 ± 1,81	<0,01	0,58 ± 0,93	3,16 ± 1,12	0,01
RPM (ciclo I vs ciclo II)	386,82 ± 97,83	403,47 ± 88,53	0,01	367,85 ± 140,65	388,67 ± 139,60	0,01

Legenda: *Teste de Wilcoxon; DP = desvio padrão; Ciclo I: primeira série de cicloergômetro; Ciclo II: segunda série de cicloergômetro; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; FC: frequência cardíaca; DPT: duplo produto; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; BORG dispneia: percepção de esforço respiratório; BORG MMSS: percepção de fadiga de membros superiores; RPM: rotações por minuto; bpm: batimentos por minutos; mmHg: milímetros de mercúrio.

Fonte: Sousa WM, et al., 2024.

DISCUSSÃO

Nossa primeira hipótese de trabalho foi de que não haveria uma alteração hemodinâmica muito além dos parâmetros fisiológicos com a realização do cicloergômetro em MMSS no primeiro pós-operatório de TAVI, como já são verificados e esperados em outras condições cardiovasculares. Por outro lado, esse comportamento seria diferente entre aqueles idosos e idosos longevos, uma vez que a reserva funcional e multimorbidades são mais impactantes nestes e sensibilizariam mais as respostas cardiovasculares.

Dois achados são importantes para nossa hipótese inicial. O primeiro é o comportamento das variáveis PAS, FC, DPT, Borg dispneia e Borg fadiga membros superiores, obtidas após o exercício com cicloergômetro, que tiveram respostas compatíveis com ajustes cardiovasculares agudos esperados pela fisiologia do exercício. O segundo é a resposta semelhante entre idosos e idosos longevos, mostrando que, nesse estudo, a idade mais avançada não extrapolou respostas fisiológicas comuns ao tipo de exercício físico realizado.

O exercício aeróbico tem como principais adaptações cardiovasculares ajustes no sistema nervoso autônomo. Assim, de forma proporcional à intensidade do esforço, ocorre um aumento da FC, do VS e conseqüentemente do DC e ainda da PA, aumentando a perfusão sanguínea para os músculos exercitados (FISHER JP, et al., 2015). Ocorre vasodilatação na musculatura ativa provocada, principalmente pela liberação de óxido nítrico, o que estimula a redução da resistência vascular periférica, assim, é possível observar elevação da PAS e conservação ou queda da PAD.

O trabalho do coração durante esforço contínuo, reflete uma quantidade de trabalho que o coração deve realizar para satisfazer as demandas metabólicas, o DPT representa o consumo de oxigênio miocárdico e é diretamente proporcional às respostas de PA e FC (OGOH S, et al., 2005; FORJAZ CLDM, et al., 2010).

Em nossos resultados, essas elevações foram tímidas tanto nos idosos quanto nos idosos longevos. Cabe ressaltar que o envelhecimento está associado a alterações estruturais e funcionais da parede arterial e do endotélio vascular ligadas ao aumento da rigidez arterial, o que modifica os ajustes ao esforço. Além disso, a circulação sanguínea periférica geralmente é diminuída, com aumento da RVP, impactando na capacidade de exercício com elevação da PAS durante o esforço (FISHER JP, et al., 2015).

Uma segunda hipótese era que o exercício com cicloergômetro pós-TAVI, realizado durante a internação, mesmo que em uma única sessão, beneficiaria a capacidade funcional e respiratória para uma melhor condição de saúde no momento da alta hospitalar. Três achados principais alinham-se com essa hipótese. Primeiro, de forma positiva, a capacidade funcional avaliada através da distância percorrida no TC6 que reduziu entre a chegada do paciente ao hospital e o primeiro dia de pós-operatório, mas que conseguiu aumentar entre o primeiro dia de pós-operatório e a alta hospitalar, momento este no qual aconteceu a intervenção com o exercício.

Acredita-se que o exercício aeróbico seja usado para melhorar a função cardiopulmonar dos pacientes, melhorar o metabolismo da glicose e lipídios e aumentar a resistência ao exercício. Assim, a melhora da distância percorrida no TC6, embora após uma única sessão de exercício, poderia ser explicada pela melhora da performance cardíaca, com melhor distribuição e transferências de energia periférica (HOU N e SUN X, 2022).

Isso, implicaria na possibilidade de intervir frente a uma capacidade funcional que reduz no pós-TAVI, para melhorá-la no momento da alta, fazendo uso de um exercício físico relativamente rápido e acessível aos serviços assistenciais. O TC6 é um teste viável, uma vez que um teste máximo pode não ser tolerado por essa população dada a condição clínica pré-operatória.

O segundo achado é o fato de que a força muscular global, pressões respiratórias e o pico de fluxo de tosse, embora não tenham melhorado, se mantiveram e não sofreram perdas significativas. Essas variáveis costumam ter decréscimo após procedimentos semelhantes (KOH LY e HWANG NC, 2019). A etiologia da limitação do exercício nas doenças cardiovasculares é multifatorial, mas principia as sensações de dor, fadiga e/ou falta de ar. A disfunção muscular inspiratória contribui para a falta de ar e a intolerância ao exercício

nesses pacientes, incluindo um padrão respiratório relativamente “rápido e superficial”, com aumento da ventilação do espaço morto e da ventilação por minuto para uma dada demanda metabólica, muitas vezes considerados como evidência de ineficiência ventilatória.

Não encontramos alterações significativas nessa variável de força na população estudada, o que pode refletir para um ganho de força dependente da especificidade do exercício físico (SMITH JR e TAYLOR BJ, 2022), porém pode-se inferir uma contribuição para o melhor desempenho inspiratório durante exercícios realizados (VIBAREL N, et al., 2002). No idoso, a rigidez arterial e ventricular pode reduzir a função diastólica do VE, reduzindo o volume diastólico final. Isso limita a capacidade de aumento do DC durante o exercício e ocasiona fadiga precoce (RODGERS JL, et al., 2019).

O terceiro achado foi a elevação do tempo desprendido no T5M que representa fragilidade aumentada. Porém, é importante destacar que a fragilidade já era alta na primeira avaliação, aumentou no primeiro dia de pós-operatório e em comparação a este dia, reduziu na alta hospitalar, embora ainda tenha permanecido alta, o que pode ser precedente para futura melhora em medidas adicionais nos dias subsequentes, em caso de continuidade do estímulo.

Ao avaliar o T5M em uma coorte de 76 pacientes com idade média de $77,6 \pm 8,5$ anos STS $5,2 \pm 3,0$, com duração média de internação de $9,2 \pm 5,6$ dias após TAVI, identificaram um corte no tempo de 11 segundos (0,45 m/s) com uma alta especificidade (88,6%) na previsão de tempo prolongado de hospitalização (KOH JQS, et al., 2020).

Em uma coorte de 8.039 pacientes submetidos ao TAVI, a velocidade média geral da marcha foi de 0,63 m/s e a taxa de mortalidade por todas as causas em trinta dias foi de 8,4%, para os caminantes mais lentos comparados aos caminantes normais 5,4% ($p < 0,001$). Cada diminuição de 0,2 m/s na velocidade da marcha correspondeu a um aumento de 11% na mortalidade em 30 dias (OR 1,11; IC95% 1,01-1,22) (ALFREDSSON J, et al., 2016).

Sabe-se que pacientes frágeis têm maior risco de mortalidade e cuidados institucionais prolongados após cirurgia cardíaca. Assim, aumentar a velocidade de marcha resulta em melhores desempenhos após a cirurgia, consegue demonstrar uma previsão mais precisa entre aqueles que terão um pós-operatório mais difícil e quem precisará receber alta para uma unidade de saúde para cuidados contínuos ou reabilitação (AFILALO J, et al., 2010; KOH JQS, et al., 2020).

Intervenções no período pré, peri ou pós-operatório podem beneficiar essa população, incluindo, monitoramento intensivo, mobilização precoce, exercícios de baixa intensidade e alta planejada (HEGAZY FA, et al., 2021). Além da função cardiorrespiratória, deve-se ter atenção à função musculoesquelética, com destaques para a força de prensão e velocidade da marcha caracterizados como importantes indicadores sentinelas de fragilidade relacionada à idade (LESER JM, et al., 2021).

Ao verificar o incremento da capacidade funcional entre o pós-TAVI e a alta hospitalar, sugere-se um padrão de evolução de resultado positivo, o que aponta para a necessidade de continuidade da participação desses pacientes nos programas de reabilitação cardiovascular subsequente, seja a nível ambulatorial ou domiciliar. O exercício está entre as intervenções mais impactantes para melhorar a saúde geral e saúde musculoesquelética em idosos (LESER JM, et al., 2021).

As medidas de educação em saúde são importantes para a identificação e fornecimento de informações sobre autocuidado e fatores de risco modificáveis, assim como para a manutenção da expectativa de melhora. Nesse contexto, a educação em saúde foi realizada de forma dialogada para o idoso e acompanhantes durante os períodos de avaliações e protocolo de atendimento, encorajando a adesão de comportamentos saudáveis, hábitos sobre autocuidado e fatores de risco modificáveis, assim como para a manutenção da expectativa de melhora e continuidade de exercício físico após alta hospitalar.

Estudo semelhante a esse também não apresentou eventos adversos (GARDENGHI G, et al., 2019). Esse achado parece apoiar a segurança e a viabilidade da prática do exercício físico precoce para pacientes graves internados na UTI no primeiro dia de pós-operatório de TAVI.

A melhora da estrutura e função valvar e a realização do exercício precoce agregam a capacidade de funcionalidade do indivíduo, pois aprimoram a capacidade de exercício e impactam na qualidade de vida do idoso, seja com melhor desempenho nas atividades instrumentais, seja com a participação em atividades de vida diária, potencializando a reabilitação dessa população.

É passível de aplicação em outros centros devido aos critérios de inclusão não restritivos com objetivo de refletir a prática do mundo real. O uso do protocolo tem a vantagem de ser aplicável na prática diária com um investimento mínimo e necessidade de dispositivos que são comuns durante a monitorização do paciente internado.

Melhorar a capacidade de exercício após um procedimento TAVI é de extrema importância clínica. Ainda, os resultados podem auxiliar na geração de hipóteses ou no cálculo de tamanhos de amostra adequados para estudos maiores subsequentes. Em um ideal futuro, estudos clínicos com randomização podem desenvolver e fornecer maior força em intervenções direcionadas.

O número de pacientes foi modesto, porém alcançou o previsto em cálculo amostral. Apesar de ser realizado em um país no qual o procedimento não é oferecido definitivamente pelo sistema público de saúde, destaca-se que foram incluídos todos os pacientes que realizaram o procedimento em um período de três anos no principal centro de intervenções de TAVI na região. Como foi um estudo de centro único, nossos achados têm capacidade de generalização limitada – embora adotemos vias de tratamento e protocolos clínicos semelhantes aos já utilizados em outros estudos.

CONCLUSÃO

Nessa população, encontramos respostas cardiovasculares com elevação da PAS, FC, DPT, Borg dispneia e Borg fadiga membros superiores obtidas após o exercício físico com cicloergômetro de membros superiores. Essas respostas ocorreram de forma semelhante entre idosos e idosos longevos. O exercício físico não desencadeou eventos adversos e mostrou-se viável e seguro. Há benefícios para a capacidade funcional no momento da alta hospitalar do paciente com aumento da distância percorrida em caminhada. A fragilidade mostrou-se aumentada no primeiro dia de pós-TAVI. Por outro lado, a força muscular global, pressões respiratórias e o pico de fluxo de tosse, embora não tenham melhorado, não sofreram perdas significativas.

REFERÊNCIAS

1. AFILALO J, et al. Gait speed as an incremental predictor of mortality and major morbidity in elderly patients undergoing cardiac surgery. *J Am Coll Cardiol*, 2010; 56(20): 1668-76.
2. ALFREDSSON J, et al. Gait Speed Predicts 30-Day Mortality After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Results from the Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology Transcatheter Valve Therapy Registry. *Circulation*, 2016; 133(14): 1351-9.
3. ATS. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002a; 166(1): 111-7.
4. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 2002b; 166(4): 518-624.
5. BORG GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*, 1982; 14(5): 377-81.
6. CORDEIRO AL, et al. Efeitos hemodinâmicos do treino em ciclo ergômetro em pacientes no pós-operatório de cirurgia cardíaca. *Rev DERC*, 2014; 20(3): 90-3.
7. COUTINHO WM, et al. Efeito agudo da utilização do cicloergômetro durante atendimento fisioterapêutico em pacientes críticos ventilados mecanicamente. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2016; 23(1): 278-83.
8. DANTAS JCN, et al. Comportamento das variáveis cardiorrespiratórias durante uso do cicloergômetro ativo na unidade de terapia intensiva. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, 2016; 6(3).
9. EICHLER S, et al. Multicomponent cardiac rehabilitation in patients after transcatheter aortic valve implantation: Predictors of functional and psychocognitive recovery. *Eur J Prev Cardiol*, 2017; 24(3): 257-64.

10. FAUL F, et al. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods*, 2007; 39(2): 175-91.
11. FISHER JP, et al. Autonomic adjustments to exercise in humans. *Compr Physiol*, 2015; 5(2): 475-512.
12. FORJAZ CLDM, et al. Sistema cardiovascular e exercícios resistidos. *Cardiologia do exercício do atleta ao cardiopata*. 4ª ed. São Paulo: Manole, 2010; 880p.
13. FREITAS FSD, et al. Clinical application of peak cough flow: a literature review. *Fisioterapia em Movimento*, 2010; 23(1): 495-502.
14. GARDENGGHI G, et al. Pilot study of viability in the use of cycle ergometer for upper limbs in the immediate postoperative period of cardiac surgery. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, 2019; 9(2): 179-86.
15. HEGAZY FA, et al. Effect of postoperative high load long duration inspiratory muscle training on pulmonary function and functional capacity after mitral valve replacement surgery: A randomized controlled trial with follow-up. *PLoS One*, 2021; 16(8).
16. HOU N; SUN X. Efeito do exercício aeróbico sobre a qualidade neuromuscular em idosos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2022; 28(1): 509-12.
17. KLECZYNSKI P, et al. Inpatient Cardiac Rehabilitation after Transcatheter Aortic Valve Replacement Is Associated with Improved Clinical Performance and Quality of Life. *J Clin Med*, 2021; 10(10).
18. KOH JQS, et al. Five-Meter Walk Test as a Predictor of Prolonged Index Hospitalization After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Am J Cardiol*, 2020;132(1): 100-5.
19. KOH LY; HWANG NC. Frailty in cardiac surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 2019; 33(2): 521-31.
20. LEON MB, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *New England Journal of Medicine*, 2016; 374(17): 1609-20.
21. LESER JM, et al. Aging, Osteo-Sarcopenia, and Musculoskeletal Mechano-Transduction. *Front Rehabil Sci*, 2021; 2:1-14.
22. MACK MJ, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement with a Balloon-Expandable Valve in Low-Risk Patients. *New England Journal of Medicine*, 2019; 380(18): 1695-1705.
23. NOVAES RD, et al. Equações de referência para a predição da força de prensão manual em brasileiros de meia idade e idosos. *Fisioterapia e Pesquisa*, 2009; 16(3): 217-22.
24. OGOH S, et al. Autonomic nervous system influence on arterial baroreflex control of heart rate during exercise in humans. *The Journal of physiology*, 2005; 566(2): 599-611.
25. PRESSLER A, et al. Exercise training improves exercise capacity and quality of life after transcatheter aortic valve implantation: A randomized pilot trial. *Am Heart J*, 2016; 182: 44-53.
26. RIEBE D, et al. Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018; 512p.
27. RODGERS JL, et al. Cardiovascular Risks Associated with Gender and Aging. *J Cardiovasc Dev Dis*, 2019; 6(2): 2-18.
28. RUSSO N, et al. Cardiac rehabilitation after transcatheter versus surgical prosthetic valve implantation for aortic stenosis in the elderly. *Eur J Prev Cardiol*, 2014; 21(11):1341-8.
29. SIBILITZ KL, et al. Long-term effects of cardiac rehabilitation after heart valve surgery - results from the randomised Copen Heart (VR) trial. *Scand Cardiovasc J*, 2022; 56(1): 247-55.
30. SMITH JR; TAYLOR BJ. Inspiratory muscle weakness in cardiovascular diseases: Implications for cardiac rehabilitation. *Prog Cardiovasc Dis*, 2022; 70: 49-57.
31. SPERLONGANO S, et al. Transcatheter Aortic Valve Implantation: The New Challenges of Cardiac Rehabilitation. *J Clin Med*, 2021; 10(4): 2-10.
32. TAMULEVIČIŪTĒ-PRASCIENĒ E, et al. The impact of additional resistance and balance training in exercise-based cardiac rehabilitation in older patients after valve surgery or intervention: randomized control trial. *BMC Geriatr*, 2021; 21(1): 23.
33. TARRO GENTA F, et al. Cardiac rehabilitation after transcatheter aortic valve implantation compared to patients after valve replacement. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2017; 18(2): 114-20.
34. VIBAREL N, et al. Effect of aerobic exercise training on inspiratory muscle performance and dyspnea in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail*, 2002; 4(6): 745-51.
35. XUE W, et al. Effectiveness of early cardiac rehabilitation in patients with heart valve surgery: a randomized, controlled trial. *J Int Med Res*, 2022; 50(7): 1-13.