

Comparação da resposta hemodinâmica entre terapia convencional e realidade virtual em pacientes com insuficiência cardíaca internados na unidade de emergência

Comparison of hemodynamic responses between conventional and virtual reality therapies in patients with heart failure admitted to an emergency room

Comparación de la respuesta hemodinámica entre la terapia convencional y la realidad virtual en pacientes con insuficiencia cardíaca ingresados en urgencias

Angélica Bologna Raposo¹, Alice Haniuda Moliterno², João Pedro Lucas Neves Silva³, Rafael Varago Fabri⁴, Ana Paula Coelho Figueira Freire⁵, Francis Lopes Pacagnelli⁶

RESUMO | O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar a resposta aguda de parâmetros hemodinâmicos de acordo com o uso de realidade virtual (RV) semi-imersiva e terapia convencional (TC) em indivíduos internados no serviço hospitalar de emergência por insuficiência cardíaca (IC). Trata-se de estudo de viabilidade com 11 indivíduos submetidos a sessões de terapia com e sem o uso da RV. Na TC, os participantes realizaram alongamentos, exercícios ativos ou ativo-assistidos e inspiração fracionada. Já na terapia com realidade virtual (TRV) utilizou-se os óculos VR *box - virtual reality glasses* aplicando VR *relax* associado à TC. Os parâmetros hemodinâmicos avaliados foram: frequência cardíaca, pressão arterial sistólica e diastólica e saturação de oxigênio. Para análise, foram utilizados os testes t de Student e de Mann-Whitney ($p < 0,05$). Ao avaliar os parâmetros hemodinâmicos basal e final em ambos os grupos, não foi verificada diferença significativa entre os momentos ($p > 0,05$). Com relação à comparação das variações absolutas entre a TC e a TRV, não foi observada diferença significativa entre as respostas hemodinâmicas ($p > 0,05$). Os resultados demonstraram que a implementação da TRV

e da TC promoveram alterações fisiológicas nas respostas dos parâmetros hemodinâmicos em indivíduos com IC hospitalizados em uma unidade de emergência, não havendo diferenças significativas entre as duas intervenções. O estudo sugere que a RV é um método hemodinamicamente seguro para aplicação em unidade de emergência.

Descritores | Serviço Hospitalar de Emergência; Hospitalização; Terapia com Exposição à Realidade Virtual; Insuficiência Cardíaca.

ABSTRACT | This study aimed to evaluate and to compare the acute response, due to semi-immersive virtual reality (VR) and conventional therapies (CT), of hemodynamic parameters in hospitalized individuals admitted to an emergency unit for heart failure (HF). This is a viability study with 11 individuals subjected to sessions with and without VR. At CT, stretching, active or active-assisted exercises, and fractional inspiration were performed. In VR therapy (VRT), VR box glasses were used to promote VR relaxation associated with CT. The hemodynamic parameters evaluated were heart rate, systolic and diastolic blood pressure, oxygen saturation, and

¹Hospital Regional de Presidente Prudente Doutor Domingos Leonardo Cerávolo - Presidente Prudente (SP), Brasil. E-mail: angelica_braposo@hotmail.com. ORCID-0000-0002-3773-1507

²Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Presidente Prudente (SP), Brasil. E-mail: ftalice.m@gmail.com. ORCID-0000-0003-1938-1360

³Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Presidente Prudente (SP), Brasil. E-mail: jplucas_silva@hotmail.com. ORCID-0000-0002-2736-4723

⁴Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - Presidente Prudente (SP), Brasil. E-mail: rafaelvfabri@hotmail.com. ORCID-0000-0002-5028-5994

⁵Central Washington University, Ellensburg, (WA), EUA. E-mail: anapaulafreire@unoeste.br. ORCID-0000-0002-2805-5746

⁶Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - Presidente Prudente (SP), Brasil. E-mail: francispacagnelli@unoeste.br. ORCID-0000-0003-3712-5854

double product. To analyze them, Student's *t*- and Mann Whitney tests were used ($p < 0.05$). Comparing baseline and final evaluations showed no significant differences in the hemodynamic parameters of both groups ($p > 0.05$). Comparing absolute variations between CT and VRT also produced no significant differences between hemodynamic responses ($p > 0.05$). Results showed that administering VRT and CT promoted physiological changes in the responses of hemodynamic parameters in individuals with HF hospitalized in an emergency unit without significant differences between the two interventions. This study suggests that VRT is a hemodynamically safe method for treating patients in emergency units.

Keywords | Emergency Service, Hospital; Hospitalization; Virtual Reality Exposure Therapy; Heart Failure.

RESUMEN | El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar la respuesta aguda de los parámetros hemodinámicos según el uso de realidad virtual (RV) semiinmersiva y terapia convencional (TC) en individuos ingresados por insuficiencia cardíaca (IC) en el servicio de urgencias de un hospital. Este es un estudio de factibilidad con la participación de 11 personas, quienes se sometieron a sesiones de

terapia con el uso de RV y sin este. En la TC, los participantes realizaron estiramientos, ejercicios activos o activos-asistidos e inspiración fraccionada. En la terapia de realidad virtual (TRV), utilizaron gafas VR *box virtual reality glasses* aplicando realidad virtual VR *relax* asociada a la TC. Los parámetros hemodinámicos que se evaluaron fueron los siguientes: frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y diastólica, y saturación de oxígeno. El análisis de datos utilizó las pruebas *t* de Student y de Mann-Whitney ($p < 0.05$). Al evaluar los parámetros hemodinámicos basales y finales en ambos grupos, se observó que no hubo diferencia significativa entre los momentos ($p > 0.05$). En cuanto a la comparación de las variaciones absolutas entre TC y TRV, no se observó diferencia significativa entre las respuestas hemodinámicas ($p > 0.05$). Los resultados mostraron que la implementación de la TRV y la TC permitió cambios fisiológicos en las respuestas de los parámetros hemodinámicos en individuos con IC hospitalizados en una unidad de urgencias, sin diferencias significativas entre las dos intervenciones. El estudio apunta que la RV es un método hemodinámico seguro para aplicarse en la unidad de urgencias.

Palabras clave | Servicio de Urgencia en Hospital; Hospitalización; Terapia con Exposición a Realidad Virtual; Insuficiencia Cardíaca.

INTRODUÇÃO

Entre as principais causas de internações hospitalares no Brasil, encontram-se as doenças cardiovasculares (DCV)¹, que são as principais causas de óbitos no mundo². Entre elas, a insuficiência cardíaca (IC) merece ênfase, uma vez que pode causar descompensações do quadro clínico e, conseqüentemente, a necessidade de hospitalizações recorrentes³. Assim, a demanda por serviço em unidade de emergência destaca-se em âmbito mundial⁴ e nacional⁵.

Neste cenário, ganha relevância a atuação do fisioterapeuta, que geralmente ocorre por meio da terapia convencional (TC), cujo processo de reabilitação precoce, além de influenciar a gestão de recursos, pode diminuir a necessidade de readmissão hospitalar⁶, promover redução do tempo de permanência nessas unidades⁷ e contribuir para a melhora da qualidade de vida⁶.

Nesse contexto, opções terapêuticas tecnológicas vêm se destacando em unidades hospitalares⁸. A implementação da realidade virtual (RV) é uma das mais avançadas tecnologias utilizadas como ferramenta alternativa à reabilitação, auxiliando o tratamento de diversas patologias, sendo capaz de trazer múltiplos benefícios⁹⁻¹⁴, como a melhora na capacidade funcional¹¹ e a redução do quadro algico após procedimentos dolorosos¹⁴.

Ademais, alterar as vias de sinalização que envolvem atenção, emoção, concentração e memória proporciona também alterações cognitivas e afetivas através da sensação do indivíduo de estar em um ambiente virtual¹⁵, o que aumenta a motivação¹⁶ durante o tratamento por meio do entretenimento e da diversão. Essa nova tecnologia permite que o indivíduo seja levado a atuar no ambiente virtual, enquanto o conserva em seu mundo real. A RV imersiva promove interatividade em tempo real mediante o uso de capacetes ou salas de projeção e outros dispositivos multissensoriais^{17,18}.

Em virtude dos resultados positivos na redução de cansaço, aumento de energia e prazer, a RV foi considerada favorável para o tratamento de diferentes condições de saúde de indivíduos internados em uma unidade de terapia intensiva⁸. Portanto, é de suma importância conhecer as respostas hemodinâmicas da aplicação da RV em pacientes com IC internados na unidade de emergência, de modo que se compreenda a segurança desse método alternativo.

Com esta pesquisa, explora-se um novo campo de aplicação desse recurso terapêutico, possibilitando que novas perspectivas de atuação do fisioterapeuta com técnicas modernas e diferenciadas sejam cada vez mais indicadas em ambiente hospitalar. O essencial para o uso do novo tratamento é agregar o fator motivação a fim

de auxiliar no processo de recuperação¹⁴, diversificando o ambiente com o intuito de atenuar os efeitos psicológicos da internação e possivelmente potencializar as capacidades de cada indivíduo.

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar e comparar as respostas hemodinâmicas da RV semi-imersiva com as da TC em indivíduos internados no serviço hospitalar de emergência por IC. A hipótese desta pesquisa é que a RV semi-imersiva proporciona resposta fisiológica quanto aos parâmetros hemodinâmicos e que essa resposta não difere da resposta da TC em indivíduos hospitalizados com IC.

METODOLOGIA

Aspectos de natureza ética

Este estudo está em consonância com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Os participantes envolvidos foram instruídos sobre os procedimentos que iriam realizar e assinaram o termo do consentimento livre e esclarecido. O estudo foi publicado na plataforma Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC) sob o número RBR-6y69tqv.

Caracterização da amostra

Este estudo de viabilidade foi realizado em uma unidade de emergência de um hospital no interior do estado de São Paulo, no qual se obteve uma amostra por conveniência de 22 indivíduos de ambos os sexos⁸ internados no serviço hospitalar de emergência.

Foram incluídos na pesquisa pacientes com idade maior ou igual a 43 anos, de ambos os sexos, com IC, internados na unidade de emergência e com prescrição de fisioterapia motora e respiratória. Foram excluídos do estudo pacientes com pressão arterial média abaixo de 65 ou acima de 120mmHg, frequência cardíaca abaixo de 50 ou acima de 140bpm, frequência respiratória acima de 35ipm, pacientes com necessidade de medicamento vasoativo, pacientes que apresentaram piora clínica aguda, sonolência, além de pacientes não colaborativos ou incapazes de seguir comandos¹⁹ e indivíduos em precaução de contato e em intubação orotraqueal.

Para caracterização da amostra, foram coletados o diagnóstico clínico da admissão, a etiologia e a classificação da IC de acordo com a fração de ejeção³. Os indivíduos

elegíveis realizaram uma sessão de TC e uma sessão de terapia com realidade virtual (TRV). Antes do início da primeira sessão foi realizada a randomização para cada indivíduo, conduzida por um pesquisador independente que não teve contato prévio com os participantes. Dessa forma, para determinar a sequência das sessões, executou-se um sorteio com envelopes pardos lacrados a fim de garantir sigilo da alocação. Foram utilizados dois envelopes dentro dos quais havia a identificação de uma das terapias. Cada indivíduo, então, escolheu um dos dois envelopes, determinando assim qual terapia seria realizada primeiro. Dependendo do que foi determinado por meio da randomização da sequência das sessões, a primeira sessão – de TC ou de TRV – foi realizada no segundo dia de internação no serviço hospitalar de emergência, e a segunda sessão – de TC ou de TRV – ocorreu 24 horas após a primeira sessão, ou seja, no terceiro dia de internação no serviço hospitalar de emergência.

Antes e imediatamente após, em ambas as sessões, foram verificados os parâmetros hemodinâmicos dos pacientes: frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), saturação de oxigênio (SpO₂) e duplo produto (DP).

Aplicação da terapia convencional

Os pacientes submetidos à TC participaram de sessões com duração média de 24 minutos. No início da sessão, foi realizado alongamento estático passivo ou ativo, de acordo com a possibilidade de cada indivíduo, dos músculos deltoide, tríceps braquial, tríceps sural, isquiotibiais e glúteos. O alongamento era supervisionado pelo fisioterapeuta, e cada posição era mantida por 15 segundos²⁰. Em seguida realizou-se uma sessão com uma série de 10 repetições de exercícios passivos ou ativo-assistidos de flexão de ombro, flexoextensão de cotovelo, flexoextensão de punho, desvio radial e desvio ulnar, flexão de quadril, flexoextensão de joelho, flexoextensão de tornozelo, inversão-eversão^{19,21} e exercícios respiratórios de inspiração fracionada²².

Aplicação da realidade virtual

A TRV foi feita por meio de óculos virtuais *reality glasses* (VR *box* – *China*), utilizando o aplicativo *VR relax*, que transmite para o paciente a sensação imersiva de estar observando uma praia arenosa. A duração da sessão foi de em média 33 minutos, e os indivíduos realizaram

o mesmo procedimento da aplicação convencional. Os óculos contam com uma espuma que fixa o celular à tampa e com algumas faixas que mantêm o acessório firme quando acoplado à cabeça do usuário. Vale mencionar que durante a TRV, caso houvesse o aparecimento de sintomas como tontura, vertigens e mal-estar, a atividade seria interrompida.

Parâmetros hemodinâmicos

A FC foi determinada pelo cardiofrequencímetro *Polar* do modelo S810i (*Polar Electro*, Finlândia)²³. A PAS e a PAD foram verificadas pelo esfigmomanômetro *Premium*[®] (*Wenzhou, Zhejiang*, China) e pelo estetoscópio *Littiman*[®] (modelo classe III, St. Paul, Minnesota, EUA), de acordo com a 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial²³. A SpO₂ foi analisada por meio do oxímetro digital de dedo da marca *Quanta OX-201*. O DP foi obtido por meio da multiplicação da FC (medida em bpm) pela PAS (medida em mmHg)²⁴.

Análise estatística

Os dados foram expressos em médias \pm desvios-padrão, valores percentuais, mediana e intervalo interquartil. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de

Shapiro-Wilk. Para análise pareada, foi realizado o teste t de Student pareado ou o teste de Wilcoxon diante da normalidade. As comparações intergrupos foram analisadas pela variação absoluta antes e após as intervenções, e foi aplicado teste t de Student não pareado ou de Mann-Whitney de acordo com a normalidade dos dados. O nível de significância foi de $p < 0,05$. Foi utilizado o software estatístico *GraphPad Prism*.

RESULTADOS

Para realização deste estudo foram recrutados pacientes internados em uma unidade de emergência (n=22). Destes, 11 pacientes foram incluídos na análise (Figura 1).

Dos 11 sujeitos avaliados, 54,54% (n=6) são considerados idosos (idade igual ou superior a 60 anos)²⁵. Além do diagnóstico de IC, 100% (n=11) apresentaram comorbidades como hipertensão arterial sistêmica, e 72,72% (n=8) apresentaram diabetes mellitus (Tabela 1).

Ao avaliar os parâmetros hemodinâmicos basal e final em ambos os grupos, não foi verificada diferença significativa entre os momentos ($p > 0,05$). Quanto à comparação das variações absolutas entre a TC e a TRV (Tabela 2), não foi observada diferença significativa nos parâmetros FC, PAS, PAD, SpO₂ e DP ($p > 0,05$).

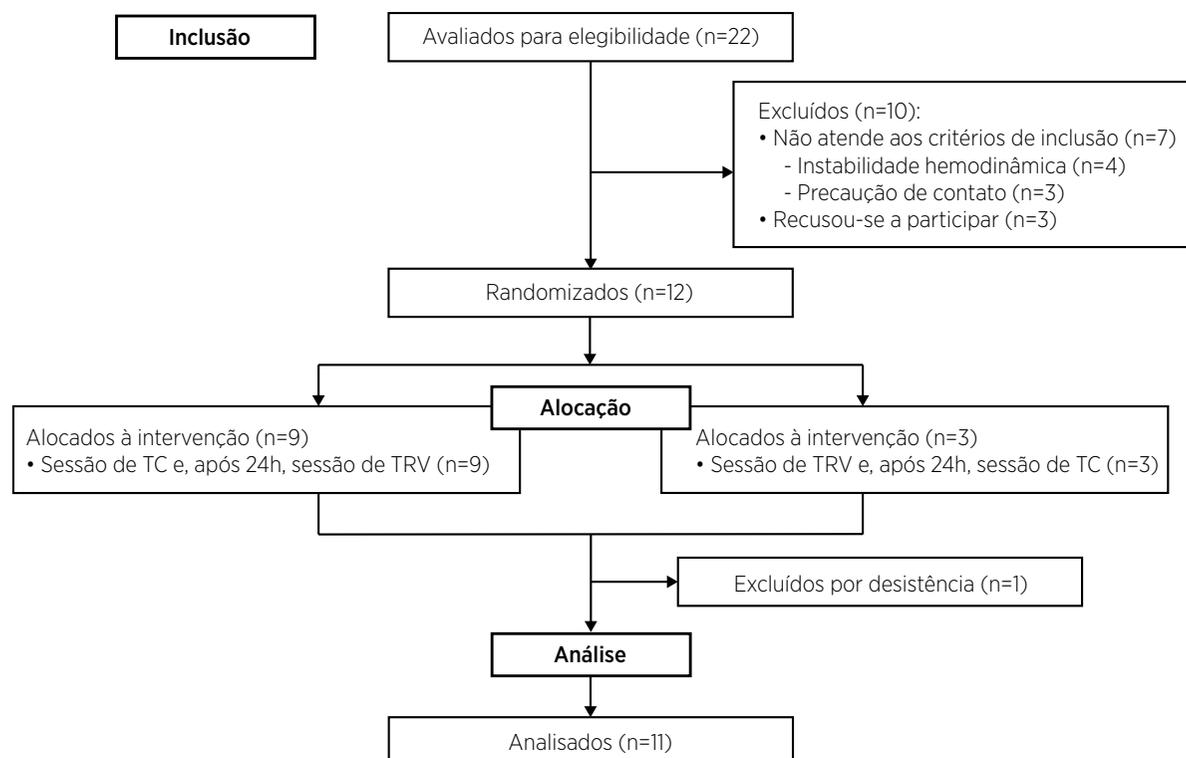


Figura 1. Fluxograma de alocação

Tabela 1. Características clínicas dos pacientes, expressas em média \pm desvio-padrão ou valor absoluto e porcentagem

Características	(n=11)
Sexo (m/f)	7/4
Idade (anos)	62,18 \pm 15,44
Etiologia da IC	
Isquêmica	27,27%
Hipertensiva	36,36%
Chagásica	9,09%
Valvar	18,18%
Alcoólica	9,09%
Classificação da IC	
FE preservada (\geq 50%)	27,27%
FE moderada (40-49%)	9,09%
FE reduzida (<40%)	63,63%
Principais comorbidades	
Hipertensão arterial sistêmica	100%
Diabetes mellitus	72,72%

n: números de indivíduos; m: masculino; f: feminino; IC: insuficiência cardíaca; FE: fração de ejeção.

Tabela 2. Comparação das variações absolutas dos parâmetros hemodinâmicos entre os grupos de terapia com realidade virtual e convencional expressa em mediana

Parâmetros Hemodinâmicos	Terapia Convencional	Terapia com Realidade Virtual	Valor-p
Δ FC (bpm)	2,00 [-2,00-4,00]	1,00 [-3,00-1,00]	0,1564
Δ PAS (mmHg)	0,00 [0,00-10,00]	0,00 [0,00-10,00]	0,5458
Δ PAD (mmHg)	10,00 [0,00-10,00]	0,00 [0,00-10,00]	0,5948
Δ SpO ₂ (%)	0,00 [0,00-1,00]	0,00 [0,00-1,00]	0,8242
Δ DP (bpm.mmHg)	560,00 [-500,00-1450,00]	-200,00 [-650,00-830,00]	0,1398

Δ : Amplitude; FC: frequência cardíaca; bpm: batimentos por minuto; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica; mmHg: milímetro de mercúrio; SpO₂: saturação de oxigênio; DP: duplo produto.

DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que a TRV e a TC promoveram alterações fisiológicas das respostas dos parâmetros hemodinâmicos, mas não diferiram significativamente entre as modalidades de treinamento.

O principal achado deste estudo é que não houve diferença entre os tipos de intervenção, TC e TRV, no que se refere aos parâmetros FC, PAS, PAD, SpO₂ e DP. Por outro lado, demonstrou-se que os valores

basais hemodinâmicos estavam dentro dos valores de referência^{23,26-28} tanto para a TC quanto para a TRV.

Durante a execução dos exercícios, em ambas as terapias notou-se mudança nos parâmetros hemodinâmicos, como o aumento da FC, da PAS e da SpO₂. Embora não apresentem diferença estatística, essas alterações são esperadas, pois são consideradas respostas fisiológicas perante o aumento da demanda metabólica, em relação ao repouso, provocada pelas intervenções²⁸.

Cacau et al.¹⁴ também compararam uma intervenção convencional com uma intervenção utilizando RV em indivíduos na fase I da reabilitação cardiovascular, submetidos à cirurgia eletiva de revascularização do miocárdio e/ou troca valvar, e evidenciaram benefícios relacionados à RV quanto ao desempenho funcional. Assim, juntamente com este estudo, demonstrou-se que a aplicabilidade da RV é um método seguro para tratamento de indivíduos hospitalizados.

Com relação aos parâmetros hemodinâmicos, Chuang et al.²⁹ avaliaram indivíduos na fase II da reabilitação cardiovascular submetidos à RV. Os parâmetros hemodinâmicos avaliados foram: PA, FC, SpO₂ e FC de treinamento. Foi evidenciada a melhora da capacidade cardiorrespiratória dos participantes, sendo que o grupo que fez uso da RV alcançou as metas pré-determinadas em menor tempo de resposta, quando comparado com o grupo controle. Essa diferença com esta pesquisa é devida ao fato de os indivíduos avaliados por Chuang et al.²⁹ estarem na fase II da reabilitação

cardiovascular, na qual os exercícios prescritos são mais intensos que os prescritos neste estudo.

Os indivíduos internados na unidade de emergência que estavam na fase I da reabilitação cardiovascular realizaram exercícios de baixa intensidade e baixo gasto energético, de 3 a 4 equivalentes metabólicos³⁰. O objetivo da atividade era a movimentação precoce, a fim de diminuir futuras internações hospitalares, melhorar os sintomas e a qualidade de vida³¹, avaliar as respostas clínicas ao aumento progressivo do esforço e minimizar complicações cardiorrespiratórias, visto que o repouso prolongado no leito propicia diminuição do tônus muscular e da capacidade funcional e aumento das respostas da FC e da PA³².

Além disso, os inúmeros benefícios do exercício regular para portadores de cardiopatia e a melhora na capacidade funcional são efeitos da adaptação ao treinamento físico³², e essa resposta se dá em longo prazo.

Como pontos fortes deste estudo, observamos que as repercussões tanto da TC quanto da TRV estiveram dentro de padrões normais esperados, sugerindo que a RV pode ser utilizada como uma nova proposta de terapia em indivíduos hospitalizados com IC e, por se tratar de uma terapia lúdica, sugerimos que ela pode estimular a participação da reabilitação cardiovascular e contribuir para a adequação do tratamento. Porém, a sua realização deve levar em conta cuidados como: seleção dos pacientes estáveis, maior monitorização de parâmetros cardiovasculares e, quando necessário, orientações aos pacientes em relação à forma correta de realização dos movimentos.

Este estudo apresenta limitações, como a redução do número da amostra e a duração das sessões, sendo, portanto, necessário desenvolver mais estudos, já que esse é um tema ainda escasso na literatura.

CONCLUSÃO

A implementação da TRV e da TC promoveu alterações fisiológicas das respostas dos parâmetros hemodinâmicos em indivíduos com IC hospitalizados em uma unidade de emergência, não havendo diferenças significativas entre as duas intervenções. Com isso, este estudo sugere que a RV semi-imersiva é um método hemodinamicamente seguro para aplicabilidade em unidades de emergência.

REFERÊNCIAS

- Gomes HG, Dias SM, Gomes MS, Medeiros JSN, Ferraz LP, Pontes FL, et al. Perfil das internações hospitalares no Brasil no período de 2013 a 2017. *Revista Interdisciplinar*. 2017;10(4):96-104.
- World Health Organization. Cardiovascular diseases [Internet]. Geneva: WHO; 2016 [cited 2018 Nov 15]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/>.
- Rohde LEP, Montera MW, Bocchi EA, Clausell NO, Albuquerque DC, Rassi S, et al. Diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica e aguda. *Arq Bras Cardiol*. 2018;111(3):436-539. doi: 10.5935/abc.20180190.
- Coster JE, Turner JK, Bradbury D, Cantrell A. Why do people choose emergency and urgent care services? A rapid review utilizing a systematic literature search and narrative synthesis. *Acad Emerg Med*. 2017;24(9):1137-49. doi: 10.1111/acem.13220.
- Ministério da Saúde (BR). DATASUS. Procedimentos hospitalares do SUS [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Saúde; 2018 [cited 2019 Feb 12]. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/qiuf.def>
- Cordeiro AL, Lima TG. Fisioterapia em unidades de emergência: uma revisão sistemática. *Rev Pesqui Fisioter*. 2017;7(2):276-81. doi: 10.17267/2238-2704rpf.v7i2.1360.
- Werle RW, Kutchak F, Piccoli A, Rieder MM. Indicações para inserção do profissional fisioterapeuta em uma unidade de emergência. *Assobrafir Ciencia*. 2013;4(1):33-41.
- Vázquez JLM, Santander A, Mosso JL Jr, Gao K, Wiederhold B, Wiederhold MD. Using cybertherapy to reduce postoperative anxiety in cardiac recovery intensive care units. *J Anesth Clin Res*. 2013;4(10):363. doi: 10.4172/2155-6148.1000363.
- Rodrigues RA, Ramos ACC, Santana MVB, Brasil CA, Dias CMCC, Bilitário L. Realidade virtual como recurso na reabilitação cardiovascular: revisão sistemática. *Assobrafir Ciencia*. 2016;7(3):41-9.
- Ruivo JA. Exergames and cardiac rehabilitation: a review. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2014;34(1):2-20. doi: 10.1097/HCR.0000000000000037.
- Santos FF, Magalhães LHVN, Sousa FAN, Marques CO, Torres MV, Leal SS. Análise da realidade virtual versus treino funcional na aptidão física de idosos. *ConScientiae Saude*. 2015;14(1):117-24. doi: 10.5585/ConsSaude.v14n1.5294.
- Silva JPLN, Novaes LFM, Santos LCR, Galindo BP, Cavalcante MA, Araújo BCG, et al. Effects of conventional and virtual reality cardiovascular rehabilitation in body composition and functional capacity of patients with heart diseases: randomized clinical trial. *Int J Cardiovasc Sci*. 2018;31(6):619-29. doi: 10.5935/2359-4802.20180071.
- Zeng N, Pope Z, Lee JE, Gao Z. Virtual reality exercise for anxiety and depression: a preliminary review of current research in an emerging field. *J Clin Med*. 2018;7(3):42. doi: 10.3390/jcm7030042.
- Cacau LAP, Oliveira GU, Maynard LG, Araújo Filho AA, Silva WM Jr, Cerqueira Neto ML, et al. The use of the virtual reality as intervention tool in the postoperative of cardiac surgery. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2013;28(2):281-9. doi: 10.5935/1678-9741.20130039.

15. Garrett B, Taverner T, McDade P. Virtual reality as an adjunct home therapy in chronic pain management: an exploratory study. *JMIR Med Inform.* 2017;5(2):e11. doi: 10.2196/medinform.7271.
16. Lieberman DA, Chamberlin B, Medina E Jr, Franklin BA, Sanner BM, Vafiadis DK. The power of play: innovations in getting active summit 2011: a science panel proceedings report from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;123(21):2507-16. doi: 10.1161/CIR.0b013e318219661d.
17. Azuma RT. A survey of augmented reality. *Presence.* 1997;6(4):355-85. doi: 10.1162/pres.1997.6.4.355.
18. Tori R, Kirner C, Siscoutto R, editores. Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Proceedings of the 8th Symposium on Virtual Reality; 2006 May 2; Belém, Brazil. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação; 2006. p. 7-22.
19. França EET, Ferrari F, Fernandes P, Cavalcanti R, Duarte A, Martinez BP, et al. Fisioterapia em pacientes críticos adultos: recomendações do Departamento de Fisioterapia da Associação de Medicina Intensiva Brasileira. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2012;24(1):6-22. doi: 10.1590/S0103-507X2012000100003.
20. Kisner C, Colby LA, Borstad John. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. São Paulo: Manole; 2005.
21. Buttignol M, Pires Neto RC, Annoni R. Protocolos de mobilização precoce no paciente crítico. *PROFISIO.* 2014;4(3):97-135.
22. Costa D. Recursos manuais da fisioterapia. In: Costa D. Fisioterapia respiratória básica. São Paulo: Atheneu; 1999. p. 45-59.
23. Malachias MVB, Souza WKS, Plavnik FL, Rodrigues CIS, Brandão AA, Neves MFT, et al. 7ª Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial: capítulo 2: diagnóstico e classificação. *Arq Bras Cardiol.* 2016;107(Suppl 3):7-13. doi:10.5935/abc.20160152.
24. Antonio TT, Assis MR. Duplo-produto e variação da frequência cardíaca após esforço isocinético em adultos e idosos. *Rev Bras Med Esporte.* 2017;23(5):394-98. doi: 10.1590/1517-869220172305165363.
25. World Health Organization. Active ageing: a policy framework. Madrid: WHO; 2002 [cited 2019 Feb 12]. Available from: http://www.who.int/childgrowth/publications/physical_status/en/.
26. Jubran A. Pulse oximetry. *Crit Care.* 2015;19(1):272. doi: 10.1186/s13054-015-0984-8.
27. Lau E, Watson KE, Ping P. Connecting the dots: from big data to healthy heart. *Circulation.* 2016;134(5):362-4. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.116.021892.
28. Badawy J, Nguyen OK, Clark C, Halm EA, Makam AN. Is everyone really breathing 20 times a minute? Assessing epidemiology and variation in recorded respiratory rate in hospitalized adults. *BMJ Qual Saf.* 2017;26(10):832-6. doi: 10.1136/bmjqs-2017-006671.
29. Chuang TY, Sung WH, Chang HA, Wang RY. Effect of a virtual reality-enhanced exercise protocol after coronary artery bypass grafting. *Phys Ther.* 2006;86(10):1369-77. doi: 10.2522/ptj.20050335.
30. Moraes RS, Nóbrega ACL, Castro RRT, Negrão CE, Stein R, Serra SM, et al. Diretriz de reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84(5):431-40.
31. Regenga MM. Fisioterapia em cardiologia: da U.T.I. à reabilitação. Brasil: Roca; 2000.
32. Herdy AH, López-Jiménez F, Terzic CP, Milani M, Stein R, Carvalho T, et al. Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. *Arq Bras Cardiol.* 2014;103(2 Suppl 1):1-31.W