

Coerência cardíaca e eficácia do biofeedback cardiovascular na equipe de enfermagem: ensaio clínico randomizado*

* Este artigo é derivado da tese de doutorado em enfermagem intitulada “Efeito do biofeedback cardiovascular sobre o coping da equipe de enfermagem: ensaio clínico randomizado”, submetida ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/249381>

✉ **Liliana Antonioli**

<https://orcid.org/0000-0003-0806-9910>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
l.antonioli@hotmail.com

Andréia Barcellos Teixeira Macedo

<https://orcid.org/0000-0003-4219-4731>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
abtmacedo@gmail.com

Edwing Alberto Urrea Vega

<https://orcid.org/0000-0002-9578-4252>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
albertourreavega@gmail.com

Daiane Dal Pai

<https://orcid.org/0000-0002-6761-0415>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
daiane.dalpai@gmail.com

Carolina Baltar Day

<https://orcid.org/0000-0002-5998-5735>
Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre, Brasil
carolina.day@puccrs.br

Sônia Beatriz Cócara de Souza

<https://orcid.org/0000-0001-9394-5465>
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
sbc52001@gmail.com

Recebido: 30/05/2023
Submetido a pares: 01/08/2023
Aceito por pares: 09/01/2024
Aprovado: 19/01/2024

DOI: 10.5294/aqui.2024.24.2.3

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo

Antonioli L, Macedo ABT, Vega EAU, Dal Pai D, Day CB, Souza SBC. Cardiac coherence and the effectiveness of cardiovascular biofeedback in the nursing team: a randomized clinical trial. *Aquichan*. 2024;24(2):e2423. DOI: <https://doi.org/10.5294/aqui.2024.24.2.3>

Temática: tecnologias para o cuidado da saúde; enfrentamento e adaptação à saúde.

Contribuições para a disciplina: o diferencial deste estudo reside em apresentar dados sobre a eficácia do biofeedback cardiovascular, ferramenta tecnológica inovadora e promissora para a recuperação e promoção da saúde psicoemocional dos profissionais de enfermagem. A partir da respiração profunda guiada, o biofeedback cardiovascular possibilita desenvolver autoconsciência e autocontrole para a modulação respiratória, além de promover melhora da coerência cardíaca e ativação do sistema nervoso parassimpático, fundamentais para a recuperação e manutenção da homeostase e da saúde psicoemocional dos profissionais da enfermagem.

Resumo

Introdução: a partir de uma respiração profunda guiada e consciente, o biofeedback cardiovascular, ferramenta tecnológica inovadora, possibilita melhorar a coerência cardíaca e a ativação do sistema nervoso parassimpático, fundamentais para a recuperação e manutenção da homeostase e da saúde psicoemocional. **Objetivo:** verificar o efeito do biofeedback cardiovascular sobre os parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca dos profissionais da enfermagem. **Materiais e método:** ensaio clínico randomizado, com dois grupos — biofeedback e placebo —, realizado com 115 profissionais de enfermagem atuantes em unidades de internação clínica e cirúrgica de um hospital universitário, que apresentaram nível geral de estresse maior que 1, conforme a Escala de Sintomas de Estresse. Os grupos participaram de nove encontros por três semanas. O desfecho foi avaliado pelos parâmetros rMSSD e pela coerência cardíaca, ao final de cada encontro, aferidos através do EmWave Pro Plus®, que utiliza fotopletismografia para a quantificação de dados fisiológicos relacionados ao batimento cardíaco. A análise foi feita por equações de estimação generalizadas, considerando $\alpha = 5\%$. **Resultados:** evidenciou-se interação tempo-grupo significativa nos parâmetros da coerência cardíaca; o grupo intervenção teve aumento nas médias dos parâmetros da coerência cardíaca em todos os momentos de aferição quando comparado ao grupo controle ($p < 0,001$; $r > 0,98$). Não houve interação tempo-grupo significativa nos parâmetros da rMSSD em nenhum dos momentos de aferição ($p = 0,432$). Como terapia mente-corpo, o biofeedback cardiovascular mostrou-se útil e promissor, ao promover ativação parassimpática e relaxamento possibilita a prevenção de efeitos deletérios associados aos estressores ocupacionais. **Conclusão:** intervenção com biofeedback cardiovascular demonstrou efeito superior a placebo na melhora da coerência cardíaca, refletindo em recuperação da homeostase do organismo.

Registro *Clinical Trials*: NCT04446689.

Palavras-chave (Fonte: DeCS)

Ensaio clínico; equipe de enfermagem; biorretroalimentação psicológica; ajustamento emocional; saúde do trabalhador.

4 Coherencia cardíaca y eficacia del biofeedback cardiovascular en personal de enfermería: ensayo clínico aleatorizado*

* Este artículo es derivado de la tesis de doctorado en Enfermería de título “Efeito do biofeedback cardiovascular sobre o coping da equipe de enfermagem: ensaio clínico randomizado” presentada a la Universidade Federal do Rio Grande do Sul, programa de posgrado en Enfermería. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10183/249381>

Resumen

Introducción: a través de la respiración profunda guiada y consciente, el biofeedback cardiovascular, una herramienta tecnológica innovadora, permite mejorar la coherencia cardíaca y la activación del sistema nervioso parasimpático, fundamentales para recuperar y mantener la homeostasis y la salud psicoemocional. **Objetivo:** analizar el efecto del biofeedback cardiovascular sobre los parámetros de variabilidad de la frecuencia cardíaca en profesionales de enfermería. **Materiales y método:** ensayo clínico aleatorizado con dos grupos —biofeedback y placebo— realizado con 115 profesionales de enfermería que trabajaban en unidades de hospitalización clínica y quirúrgica de un hospital universitario, que presentaban un nivel de estrés global superior a 1, según la Escala de Síntomas de Estrés. Los grupos participaron en nueve reuniones a lo largo de tres semanas. El desenlace se evaluó mediante parámetros de rMSSD y coherencia cardíaca al final de cada reunión, medidos con el EmWave Pro Plus®, que utiliza la fotopletimografía para cuantificar los datos fisiológicos relacionados con los latidos del corazón. El análisis se realizó mediante ecuaciones de estimación generalizada, considerando $\alpha = 5\%$. Resultados: se evidenció una interacción significativa tiempo-grupo en los parámetros de coherencia cardíaca; el grupo de intervención presentó un aumento de los parámetros medios de coherencia cardíaca en todos los momentos de medición en comparación con el grupo de control ($p < 0,001$; $r > 0,98$). No hubo una interacción significativa entre el tiempo y el grupo en los parámetros rMSSD en ninguno de los tiempos de medición ($p = 0,432$). Como terapia mente-cuerpo, el biofeedback cardiovascular demostró ser útil y prometedor, ya que al promover la activación parasimpática y la relajación es posible prevenir los efectos deletéreos asociados a los estresores ocupacionales. **Conclusión:** la intervención con biofeedback cardiovascular tuvo un efecto mayor que el placebo en la mejora de la coherencia cardíaca, lo que se tradujo en la recuperación de la homeostasis del organismo.

Registro Clinical Trials: NCT04446689.

Palabras clave (Fuente: DeCS)

Ensayo clínico; personal de enfermería; biofeedback psicológico; ajuste emocional; salud de los trabajadores.

Cardiac Coherence and the Effectiveness of Cardiovascular Biofeedback in the Nursing Team: A Randomized Clinical Trial*

* This article stems from the doctoral thesis in nursing entitled “The effect of cardiovascular biofeedback on the coping capacity of the nursing team: a randomized clinical trial”, submitted to the Postgraduate Nursing Program of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil, available at: <http://hdl.handle.net/10183/249381>

Abstract

Introduction: Through guided and conscious deep breathing, cardiovascular biofeedback, an innovative technological tool that enables improved cardiac coherence and activation of the parasympathetic nervous system, which are vital for recovering and maintaining homeostasis and psycho-emotional health. **Objective:** To verify the effect of cardiovascular biofeedback on heart rate variability parameters in nursing professionals. **Materials and Methods:** This is a randomized clinical trial conducted in two groups – biofeedback and placebo – with 115 nursing professionals working in clinical and surgical inpatient units at a university hospital, who presented an overall stress level higher than 1, according to the Stress Symptom Scale. The groups participated in nine appointments over three weeks. The outcome was assessed by rMSSD parameters and cardiac coherence at the end of each appointment, which were measured using EmWave Pro Plus®, which uses photoplethysmography to quantify physiological data related to the heartbeat. The analysis was performed using generalized estimation equations, considering $\alpha = 5\%$. **Results:** There was a significant time-group interaction in cardiac coherence parameters; the intervention group presented an increase in the mean cardiac coherence parameters at all measurement times, when compared to the control group ($p < 0.001$; $r > 0.98$). There was no significant time-group interaction in the rMSSD parameters at any of the measurement times ($p = 0.432$). As a mind-body therapy, cardiovascular biofeedback proved to be useful and promising. By promoting parasympathetic activation and relaxation, it is possible to prevent the deleterious effects associated with occupational stressors. **Conclusion:** The intervention with cardiovascular biofeedback proved to be superior to placebo in improving cardiac coherence, resulting in the recovery of the body’s homeostasis. **Clinical Trials Register:** NCT04446689

Keywords (Source: DeCS)

Clinical Trial; Nursing, Team; Biofeedback, Psychology; Emotional Adjustment; Occupational Health .

Introdução

Profissionais da enfermagem, no exercício laboral, estão altamente suscetíveis aos eventos de vida estressores. Devido às características da profissão, vivenciam situação de sofrimento, incertezas e perda de pacientes (1, 2), que se somam a outras fontes estressoras, como conflitos interpessoais, cobranças excessivas, constante necessidade de aprimoramento técnico-científico e tecnológico, sentimentos de desvalorização, falta de autonomia profissional e, muitas vezes, insalubridade laboral. Além disso, vivenciam uma rotina de trabalho complexa, multifacetada e permeada por estressores, que potencializa disfunções psicofisiológicas (2-5).

O sistema nervoso autônomo (SNA) tem grande importância na regulação dos processos fisiológicos e no equilíbrio homeostático do organismo humano. O estresse negligenciado constitui um dos principais causadores de disfunção do SNA, podendo desencadear diversas patologias psíquicas e físicas, como depressão, estresse pós-traumático, *burnout*, somatização com repercussão cardiovasculares, respiratórias, imunológicas, entre outras. Dessa forma, interfere negativamente na saúde do profissional e, conseqüentemente, no desenvolvimento das suas atividades laborais (6-10).

Entre as técnicas utilizadas para a avaliação e parcial controle do SNA, a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) tem emergido como uma medida promissora e não invasiva do balanço autonômico, com base na fotopletismografia (7, 11, 12). A VFC descreve as oscilações no intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R do complexo QRS), assim como oscilações entre frequências cardíacas instantâneas consecutivas. Mudanças nos padrões da VFC fornecem um indicador sensível e antecipado de comprometimentos da saúde. Uma vez que baixas taxas de VFC, frequentemente, indicam adaptação anormal e insuficiente do SNA, o que implica a presença de disfunção fisiológica, que pode estar associada a adoecimento psicoemocional, como estresse (10, 12-14).

A coerência cardíaca, um dos parâmetros da VFC, alcançada quando o ritmo cardíaco entra em sincronia e ressonância com o ritmo respiratório, garante aumento na amplitude das oscilações do batimento cardíaco. Logo, aumento nas taxas de VFC indica boa ou suficiente adaptação do SNA ao ambiente ou situação estressora (12, 15).

Uma prática integrativa e complementar, tipo mente-corpo, que utiliza a respiração para controlar a função autonômica, é o biofeedback cardiovascular. Ele possibilita, ainda, que o indivíduo aprenda a modular a resposta do organismo a partir das informações vindas da VFC. Para tal, sensores são colocados junto ao corpo do indivíduo para monitorar funções corporais, e, paralelamente, um sistema informatizado traduz essa informação em sinais visuais ou sonoros que oportunizam feedback ao indivíduo (11, 12, 16, 17).

O biofeedback cardiovascular tem sido descrito como eficiente no tratamento de diferentes quadros clínicos, na prevenção e alívio de sintomas relacionados ao estresse fisiológico e subjetivo, e na melhora do desempenho, especialmente dos profissionais cuja atuação exige eficiente gerenciamento de estressores, como atletas, policiais e gestores (12, 16, 18, 19). Estudos sobre a utilização do biofeedback em profissionais da enfermagem e sobre os benefícios para esse grupo ainda são escassos, tornando-se premente explorar ferramentas não farmacológicas para minimizar repercussões negativas do estresse e resguardar o equilíbrio homeostático do profissional (20-23).

Com base no exposto, objetivou-se verificar a eficácia do biofeedback cardiovascular sobre os parâmetros da VFC dos profissionais da enfermagem de um hospital universitário, quando comparado com uma atividade informatizada sem automonitoramento.

Materiais e método

Desenho e local de estudo

Ensaio clínico randomizado paralelo, duplo-cego, que comparou dois grupos, realizado no período de junho de 2020 a agosto de 2021, junto ao Grupo de Enfermagem do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Brasil, instituição considerada centro de referência para a assistência em saúde e em pesquisa no Rio Grande do Sul. O estudo foi conduzido conforme as recomendações do Consolidated Standards of Reporting Trials (Consort).

Participantes e recrutamento

A população em estudo foi composta por profissionais de enfermagem de ambos os sexos, ativos no cargo, admitidos há mais de 90 dias — considerando a legislação institucional quanto à validade do contrato de experiência —, atuantes em qualquer turno de trabalho previsto na instituição, alocados nos serviços de enfermagem cirúrgica, enfermagem clínica ou enfermagem em internação clínica, os quais possuem características semelhantes quanto à infraestrutura, à organização, à iluminação e ao tipo de paciente atendido, não sendo referência para a internação de pacientes com covid-19 e com nível geral de estresse maior que 1 ($NGE > 1$).

O NGE foi determinado com base na Escala de Sintomas de Estresse. A consistência interna da escala na validação foi de $\mu = 0,92$ para os sintomas psicológicos e $\mu = 0,90$ para os sintomas físicos. A partir da média aritmética dos itens da referida escala, tem-se o NGE, em que valores maiores que 1 indicam a presença de estresse, oscilando entre 1,1 (menor estresse) e 2,95 (estresse máximo [24]).

Foram excluídos da amostra os profissionais que estivessem em afastamento prolongado (benefício previdenciário e licença-

-gestação ou lactação) e férias ou que tivessem retornado há menos de 15 dias desses afastamentos, profissionais em uso de marca-passo ou que apresentassem patologias do ritmo cardíaco (arritmia, taquicardia e/ou bradicardia).

O cálculo para o tamanho da amostra foi estimado pela condição de interesse — estresse — e fundamentado em ensaio clínico randomizado que evidenciou diferença nos níveis de estresse imediatamente após a intervenção (d de Cohen = $-0,33$), bem como seis semanas após a intervenção (d de Cohen = $-0,68$ [25]). Considerando uma amostra unicaudal, nível de significância de 5 %, poder de 90 %, tamanho de efeito padronizado (d de Cohen) de no mínimo 0,4 entre as avaliações e com estimativas de perda em 5 % (sem previsão de acompanhamento dos participantes), obteve-se uma amostra mínima de 57 profissionais no grupo intervenção (GI) e 57 profissionais no controle (GC), totalizando 114 participantes.

Logística de seleção de participantes

Os pesquisadores sortearam os participantes, respeitando os critérios de elegibilidade, a partir das escalas de trabalho de cada serviço de enfermagem, utilizando o aplicativo “Sorteio de nomes” para Android®. Os profissionais sorteados foram orientados sobre o estudo, receberam o termo de consentimento livre e esclarecido, bem como o protocolo da pesquisa, composto de questionários e escalas para a aferição das variáveis de interesse.

Ressalta-se que o questionário sociolaboral e de informações sobre saúde foi elaborado pelos pesquisadores com intuito de coletar dados sociobiográficos, sócio-ocupacionais, sobre as condições de saúde e sobre doenças prévias autorreferidas pelos participantes.

Profissionais elegíveis foram randomizados em GI e GC, e convidados a participar do ensaio clínico randomizado. Definiu-se pela randomização em bloco, realizada por meio do site randomization.com, o que garantiu que o número de participantes fosse igualmente distribuído nos grupos. Além disso, foi realizada por um dos pesquisadores que não atuou na condução das atividades com os participantes, a fim de garantir a aleatorização da amostra.

Após ciência e aceite por parte do sujeito de pesquisa, o pesquisador ou o auxiliar de pesquisa agendou o primeiro encontro (to). Todos os procedimentos, independentemente do grupo de alocação, ocorreram durante a jornada de trabalho do participante e em local privativo próximo da unidade de atuação deste. A inclusão de sujeitos na pesquisa ocorreu gradualmente, durante o período de junho de 2020 a agosto de 2021, até atingir a amostra mínima de 57 profissionais por grupo.

Desfecho

O desfecho — melhora nos parâmetros da VFC — foi avaliado pela root-mean square differences of successive R-R intervals (rMSSD),

compreendido como a diferença quadrática média de intervalos R-R sucessivos, o rMSSD é um dos parâmetros do domínio tempo da VFC e medido em milissegundos (ms). Também foi avaliado pela coerência cardíaca – compreendida como a frequência de sincronia entre ritmos cardíaco e respiratório – que é um dos parâmetros do domínio frequência da VFC e é medida em milissegundos por Hertz (ms/Hz). Ambas as variáveis foram aferidas por meio do módulo de HRV Assessment pelo software EmWave Pro Plus®, desenvolvido e fabricado nos Estados Unidos pela Quantum Intech, Inc. Boulder Creek e projetado pelo Institute of Heart Math. Esse software utiliza sensor de fotopletimografia, método confiável, válido e preciso para capturar e quantificar, em tempo real, dados fisiológicos relacionados ao batimento cardíaco. Ele é recomendado como padrão para a análise da VFC no domínio do tempo e da frequência (26).

O sensor foi instalado no lóbulo da orelha do participante e, independentemente de ser do GI ou do GC, os parâmetros da VFC foram monitorados e gravados: aferição basal no primeiro encontro (t0) e aferição por um período de cinco minutos nos oito encontros subsequentes (de t1 a t8), realizada após o desenvolvimento da atividade prevista para a sessão, conforme grupo de alocação.

Intervenção

A intervenção consistiu no treinamento da técnica de biofeedback cardiovascular, utilizando-se a interface e os jogos interativos do software EmWave Pro Plus®. Durante o jogo interativo, a partir do comportamento fisiológico aferido, o software gera informações contínuas e dinâmicas para que o participante possa, gradativamente, ao manter o ritmo e a concentração na respiração guiada e padronizada, melhorar seu ritmo respiratório e cardíaco (26).

Considerando as peculiaridades da rotina laboral dos profissionais de enfermagem, definiu-se a condução da intervenção em nove encontros, os quais ocorreram três vezes por semana, ao longo de três semanas. No to, foi realizada aferição basal da VFC e esclarecidas orientações sobre a dinâmica dos próximos encontros.

Nos encontros subsequentes do GI (de t1 a t8), realizou-se treino de respiração profunda guiada, em uma frequência controlada e padronizada, com auxílio do software York Biofeedback Breath Pacer (“breathing” padronizada em seis respirações por minuto, relação de inspiração 50/50, com pausa após a inspiração de 32 % e após a expiração de 20 %, prevalente em 95 % da população), combinada com biofeedback, por meio de jogos interativos fornecidos pelo software EmWave Pro Plus®, com duração de dez minutos por sessão. Os participantes foram orientados quanto a realizar respiração profunda guiada, bem como quanto às informações do biofeedback, captadas através do sensor, instalado no lóbulo da orelha, e visualizadas através da interface projetada na tela do computador, para a automodulação da respiração.

O controle consistiu na realização de atividade informatizada sem automonitoramento, a fim de manter o cegamento entre os grupos. Para tal, definiu-se o aplicativo Jigsaw Puzzles on-line, que é constituído de quebra-cabeça em vários níveis de dificuldade e que foi realizado em um tablet.

Cada profissional do GC participou do estudo desenvolvendo nove sessões, sendo que, no to, foi realizada aferição basal da VFC e nos encontros subsequentes, atividades informatizadas sem automonitoramento, com duração de dez minutos por sessão. Igualmente, utilizou-se o EmWave Pro Plus®, sendo o sensor instalado no lóbulo da orelha do participante, sem que este visualizasse a interface projetada na tela do computador.

A limpeza dos equipamentos foi realizada com pano umedecido em álcool isopropílico a 70 %, antes da atividade e imediatamente depois dela.

Para acesso e utilização do sistema de monitoramento da VFC, jogos interativos e respectivas avaliações, fizeram-se necessárias a compra, por meio do site do Institute of Heart Math, de dispositivos do tipo sensor de fotopletismografia: EmWave Ear Sensor e EmWave USB Sensor Module, e licenças para download e acesso à versão completa do software EmWave Pro Plus®, oportunamente instalado em notebooks, bem como a realização de curso de habilitação para uso. Por sua vez, o sistema de estimulação respiratória York Biofeedback Breath Pacer se encontra disponível para download e acesso gratuito no site da York Biofeedback.

Cegamento e procedimento de coleta de dados

O cegamento foi considerado para que o participante não tivesse conhecimento se estava participando do GI ou do GC. Os instrumentos para a coleta de dados eram autoaplicáveis, sendo entregues ao participante em envelope pardo, recolhidos em data definida entre pesquisado e pesquisador, e submetidos à dupla digitação dos dados em planilhas do Excel. Os dados da VFC, registrados pelo software, foram compilados em planilhas do Excel ao término de cada sessão e submetidos à conferência a partir dos registros salvos digitalmente.

Devido à restrição de auxiliares de pesquisa, por conta da pandemia, e à peculiaridade das atividades nos grupos, não foi possível realizar o cegamento dos pesquisadores e auxiliares que conduziram as atividades junto ao GI e GC. Todos os membros da equipe de pesquisa foram devidamente treinados, a fim de manter a homogeneidade da abordagem, das orientações e da realização da intervenção proposta.

Foi considerado o cegamento na análise dos dados. Para tal, previamente à consultoria estatística, os bancos de dados de ambos os grupos foram unificados e codificados quanto à alocação dos participantes.

Análise estatística

Os dados foram analisados com o auxílio do pacote estatístico SPSS, versão 20.0. A distribuição das variáveis contínuas foi avaliada quanto à normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilks. As variáveis com distribuição normal foram comparadas por teste t de Student e, em caso de assimetria, comparadas pelo teste de Mann-Whitney. Na comparação de proporções, o teste qui-quadrado de Pearson ou o exato de Fisher foi aplicado.

Para avaliar o efeito da intervenção, considerando que as aferições ocorreram em três ou mais momentos, utilizaram-se equações de estimativas generalizadas (*Generalized Estimating Equations* [GEE]) com comparações múltiplas, com ajuste de Bonferroni (*post-hoc*). O tamanho da interação foi verificado com base na média da diferença (GI-GC) e no intervalo de confiança da diferença (IC 95 %) dos grupos. O tamanho do efeito calculado a partir do *d* de Cohen.

Aspectos éticos

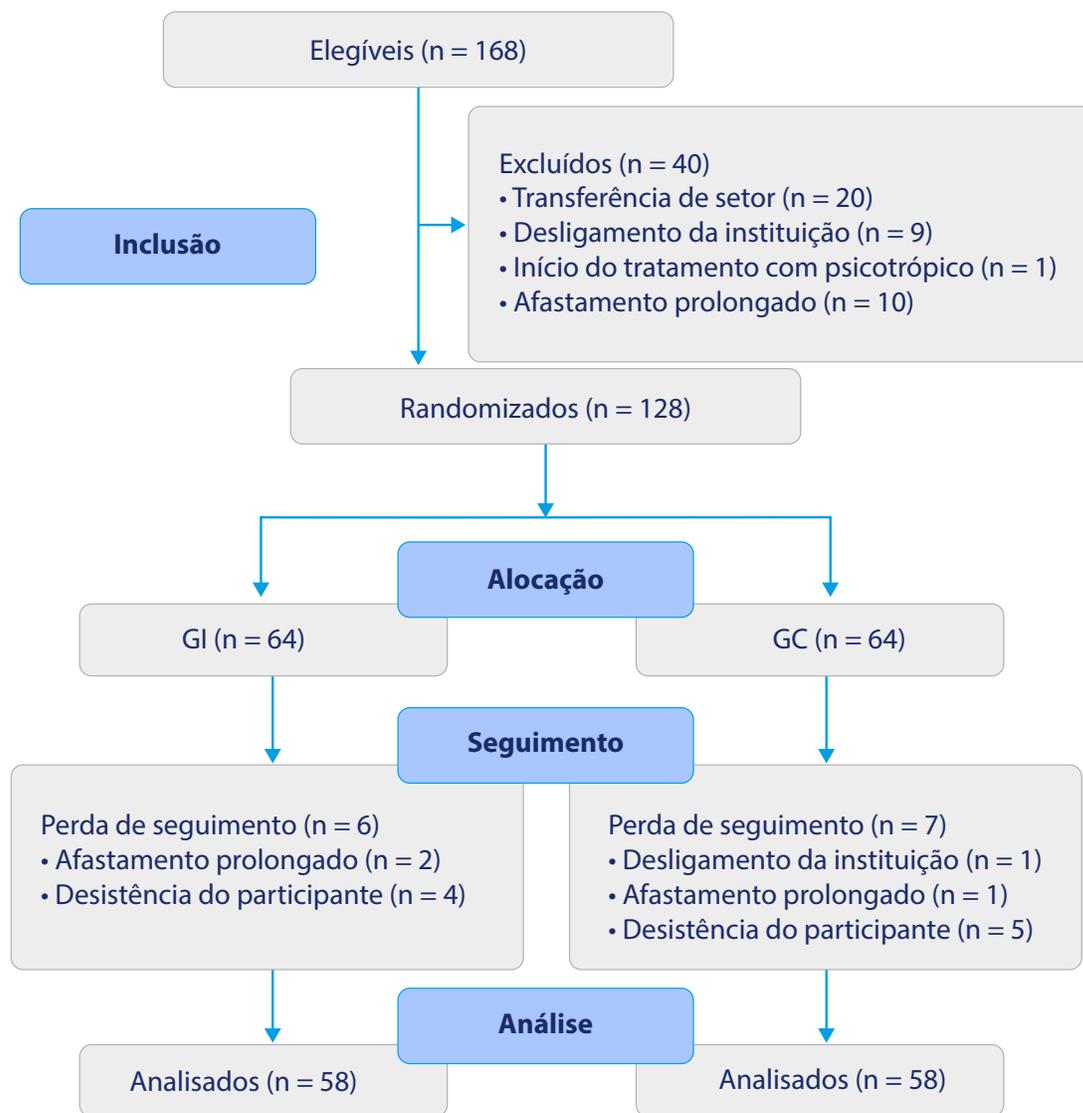
Este estudo foi conduzido conforme os princípios éticos de pesquisas que envolvem seres humanos. Está vinculado a um projeto matricial proposto pelo Grupo Interdisciplinar de Saúde Ocupacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (20), tendo sido registrado no Clinical Trials, com denominação “*Biofeedback effects on stress, anxiety, and quality of professional life on nursing staff of an university hospital*”, sob identificador número NCT04446689, e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, sob certificado de apresentação de apreciação ética 23346619.0.0000.5327 e parecer 3.796.246.

Resultados

Na fase de recrutamento, 168 profissionais apresentaram sintomas de estresse. Em decorrência da necessidade de reorganização dos setores e em atenção às normas sanitárias devido à pandemia da covid-19, houve realocações, afastamentos e desligamento de profissionais recrutados, contabilizando 40 profissionais excluídos da amostra.

Dos 128 profissionais incluídos e randomizados, em GI e GC, houve perda de seguimento de seis participantes do GI e sete participantes do GC. Foram efetivamente analisados 115 profissionais da enfermagem. Conforme detalhado no fluxograma dos participantes envolvidos no estudo (Figura 1), construído segundo orientação do Consort.

A descrição das características sociodemográficas, laborais e de saúde dos participantes consta na Tabela 1. Ressalta-se a inobservância de diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p > 0,05$), caracterizando homogeneidade na amostra.



Fonte: elaboração própria.

Para fins dos resultados deste estudo, detalharemos os parâmetros rMSSD e a coerência cardíaca, analisando exclusivamente o efeito da interação tempo *versus* grupo, visto que comparações entre grupos e entre sessões (tempo) não se prestam a mensurar o efeito da intervenção.

Tabela 1. Caracterização sociodemográfica, laboral e de saúde dos participantes do GI e do GC. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2021

| Característica | GI | GC | p-value |
|--------------------------|------------|------------|---------|
| | (n = 58) | (n = 57) | |
| Idade (anos)* | 42,2 ± 7,5 | 44,1 ± 9,3 | 0,235 |
| Sexo feminino** | 47(81,0) | 52(91,2) | 0,190 |
| Categoria profissional** | | | 0,993 |
| Enfermeiro | 23(39,7) | 22(38,6) | |
| Auxiliar de enfermagem | 9(15,5) | 9(15,8) | |
| Técnico de enfermagem | 26(45,6) | 26(44,8) | |

| Característica | GI | GC | p-value |
|---|------------|------------|---------|
| | (n = 58) | (n = 57) | |
| Turno** | | | 0,923 |
| Manhã | 18(31,0) | 21(36,8) | |
| Tarde | 22(37,9) | 19(33,3) | |
| Noite | 13(22,4) | 12(21,1) | |
| Intermediário | 05(8,8) | 05(8,8) | |
| Tempo na enfermagem (anos)* | 16,8 ± 6,7 | 18,3 ± 7,8 | 0,259 |
| Vínculo laboral único** | 50(86,2) | 46(80,7) | 0,587 |
| Medicação de uso regular** | | | 0,653 |
| Anti-hipertensivo(s) | 6(10,3) | 10(17,5) | |
| Psicotrópico(s) | 11(19,0) | 11(19,3) | |
| Batimentos por minuto* | 81 ± 1,5 | 79 ± 1,3 | 0,257 |
| Realiza atividade física** | 29(50,0) | 24(42,1) | 0,508 |
| Faz acompanhamento para saúde psíquica/mental** | 12(20,7) | 15(26,3) | 0,623 |
| Tabagista** | 6(10,3) | 8(14,0) | 0,749 |
| Tempo de sono nas 24h* | 6,6±1,5 | 6,8±1,4 | 0,299 |
| Consumo de bebida estimulante (300ml ou mais por dia)** | 46(79,3) | 41(71,9) | 0,481 |

*média ± desvio-padrão (teste t); ** frequência absoluta e relativa (%) (Qui-quadrado). Não houve diferença significativa a nível $p < 0,05$ entre GI e GC.

Fonte: elaboração própria.

Na Tabela 2, apresenta-se o efeito da intervenção com biofeedback cardiovascular sobre a rMSSD. Os resultados do GEE demonstram que não houve interação tempo-grupo significativa para rMSSD ($p = 0,432$), em nenhum dos momentos de aferição. Ressalta-se, embora sem significância estatística, que a média da diferença da interação foi consideravelmente maior para o GI na t3, com aumento de 14,07 pontos na rMSSD em comparação ao GC ($p = 0,323$). E, nas duas sessões subsequentes da intervenção (t4 e t5), o GI apresentou redução, respectivamente, de -8,22 e -11,21 pontos na rMSSD em comparação ao GC ($p = 0,568$ e $p = 0,241$).

Tabela 2. Descrição da média da rMSSD no GI e no GC, e efeito da interação tempo versus grupo em cada sessão (t). Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2021

| Sessão | rMSSD | | | | p-value |
|--------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | GI* | GC* | Interação tempo-grupo** | | |
| | | | M _{dif} | IC _{dif} 95 % | |
| t0 | 49,8 ± 4,3 | 47,1 ± 4,0 | 2,76 | -08,78 - 14,29 | 0,639 |
| t1 | 65,7 ± 8,6 | 58,1 ± 6,5 | 7,60 | -13,55 - 28,76 | 0,481 |
| t2 | 61,8 ± 5,9 | 58,1 ± 6,9 | 3,67 | -14,10 - 21,45 | 0,686 |
| t3 | 82,0 ± 12,2 | 67,9 ± 7,3 | 14,07 | -13,85 - 41,99 | 0,323 |
| t4 | 70,5 ± 9,7 | 78,7 ± 10,6 | -8,22 | -36,40 - 19,96 | 0,568 |

| Sessão | rMSSD | | | | |
|--------|-------------|-------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | GI* | GC* | Interação tempo-grupo** | | p-value |
| | | | M _{dif} | IC _{dif} 95 % | |
| t5 | 56,2 ± 5,0 | 67,4 ± 8,1 | -11,21 | -29,97 - 07,54 | 0,241 |
| t6 | 66,4 ± 7,0 | 65,3 ± 7,9 | 1,05 | -19,70 - 21,79 | 0,921 |
| t7 | 64,6 ± 7,7 | 67,5 ± 9,8 | -2,85 | -27,33 - 21,62 | 0,819 |
| t8 | 73,3 ± 10,9 | 72,4 ± 11,0 | 0,95 | -29,45 - 31,33 | 0,952 |

*média ± desvio-padrão (teste t); **GEE; M_{dif} (média da diferença = GI-GC); IC_{dif} 95 % (intervalo de confiança da diferença); p-value (significância estatística a nível p < 0,05).

Fonte: elaboração própria.

Na Tabela 3, apresenta-se o efeito da intervenção com biofeedback cardiovascular sobre a coerência cardíaca. Os resultados do GEE demonstram que houve interação tempo-grupo significativa para a coerência cardíaca ($p < 0,002$) em todos os momentos de aferição. Destaca-se que as médias da diferença (tamanho da interação) apresentaram considerável aumento após a primeira sessão de treino com biofeedback cardiovascular (t1), em que o GI apresentou aumento de 28,10 pontos na coerência cardíaca quando comparado ao GC ($p < 0,001$), com grande tamanho de efeito (d de Cohen = 14,86; $r = 0,99$). O maior efeito da interação ocorreu na t5, em que o GI apresentou aumento de 30,18 pontos nas taxas de coerência cardíaca em relação ao GC ($p < 0,001$; d de Cohen = 17,71; $r = 0,99$). Desconsiderando a aferição basal (t0), o menor tamanho de interação ocorreu após o último treino de biofeedback cardiovascular (t8), em que o GI aumentou em 25,62 pontos a coerência cardíaca quando comparado ao GC ($p < 0,001$); ainda assim, com grande tamanho de efeito (d de Cohen = 13,79; $r = 0,98$).

Tabela 3. Descrição da média da coerência cardíaca no GI e no GC e efeito da interação tempo versus grupo em cada sessão (t). Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2021

| Sessão | Coerência cardíaca | | | | |
|--------|--------------------|------------|-------------------------|------------------------|---------|
| | GI* | GC* | Interação tempo-grupo** | | p-value |
| | | | M _{dif} | IC _{dif} 95 % | |
| t0 | 43,8 ± 2,1 | 35,8 ± 1,5 | 8,04 | 02,89 - 13,18 | 0,002 |
| t1 | 64,5 ± 2,3 | 36,4 ± 1,4 | 28,10 | 22,84 - 33,35 | <0,001 |
| t2 | 62,1 ± 2,4 | 34,2 ± 1,0 | 27,82 | 22,70 - 32,94 | <0,001 |
| t3 | 62,4 ± 2,6 | 33,7 ± 1,2 | 28,70 | 23,16 - 34,23 | <0,001 |
| t4 | 61,0 ± 2,4 | 32,4 ± 1,4 | 28,65 | 23,22 - 34,08 | <0,001 |
| t5 | 63,7 ± 2,1 | 33,6 ± 1,2 | 30,18 | 25,41 - 34,95 | <0,001 |
| t6 | 60,2 ± 2,3 | 34,3 ± 1,1 | 25,89 | 20,75 - 31,03 | <0,001 |
| t7 | 59,5 ± 2,4 | 32,7 ± 1,1 | 26,83 | 21,60 - 32,07 | <0,001 |
| t8 | 59,5 ± 2,4 | 33,9 ± 1,1 | 25,62 | 20,36 - 30,88 | <0,001 |

*média ± desvio-padrão (teste t); **GEE; M_{dif} (média da diferença = GI-GC); IC_{dif} 95 % (intervalo de confiança da diferença); p-value (significância estatística a nível p < 0,05).

Fonte: elaboração própria.

Discussão

A eficácia da intervenção com biofeedback cardiovascular na melhora dos parâmetros da coerência cardíaca dos profissionais de enfermagem, atuantes em setores hospitalares, pôde ser evidenciada nesta pesquisa, cuja avaliação se deu por meio do módulo HRV Assessment do EmWave Pro Plus®.

Evidenciou-se, na interação tempo-grupo, que as taxas de coerência cardíaca apresentaram aumento estatisticamente significativo no GI quando comparado ao GC, com grande tamanho de efeito em todos os momentos de aferição, bem como tendência à estabilidade, durante o período de acompanhamento.

Este resultado corrobora estudos prévios conduzidos com populações distintas (12, 27) e replica a relação fundamental entre coerência cardíaca e emoções (8), visto que a elevação nos biomarcadores de coerência cardíaca está associada ao uso de ferramentas para a modulação respiratória e, conseqüentemente, para a resposta fisiológica de relaxamento.

Em estudo conduzido na França, indivíduos saudáveis foram expostos a um período de estresse e, após isso, praticaram técnicas de biofeedback (n = 15) ou assistiram a um vídeo neutro (n = 14). Os resultados evidenciaram o biofeedback como ferramenta proativa e relevante para o enfrentamento do estresse. Em comparação com o grupo que assistiu ao vídeo, os participantes que praticaram o biofeedback obtiveram maiores escores de coerência cardíaca e médio tamanho de efeito ($F_{2,33} = 28,34, p < 0,001, \eta^2 = 0,63$). Medidas autorrelatadas pós-intervenção revelaram que o biofeedback contribuiu para reduzir a autopercepção de estresse psicológico e aumentar os níveis percebidos de desempenho. Ainda, os participantes estimaram que 11 (± 5) minutos de intervenção com biofeedback é ideal para o enfrentamento de um próximo evento estressante, promovendo relaxamento e melhor enfrentamento, entre outros efeitos positivos para o equilíbrio do SNA (27).

Dados apresentados no parágrafo anterior, embora relativos a estudo conduzido com a população francesa (27), são similares aos encontrados na presente pesquisa, a qual foi conduzida com profissionais de enfermagem que apresentaram sintomas de estresse e na qual a intervenção com biofeedback cardiovascular evidenciou grande tamanho de efeito em todos os momentos de aferição quando comparada à atividade placebo ($p < 0,001; d$ de Cohen $> 13,79; r > 0,98$).

O estado psicofisiológico de coerência cardíaca, alcançado quando a frequência cardíaca acelera e desacelera de forma harmoniosa com a frequência respiratória, contribui com alteração positiva na VFC e na pressão arterial, ativando funções regulatórias e cíclicas do organismo, como o sistema endócrino e neuroi-

munológico. Alterações fisiológicas positivas, observadas quando o indivíduo atinge esse estado de sincronia e se mantém nele por meio do autocontrole da respiração, promovem uma condição duradoura de equilíbrio do SNA e estabilidade emocional (12, 27).

Em nossa pesquisa, a eficácia da intervenção com biofeedback cardiovascular sobre os parâmetros da rMSSD dos profissionais participantes não pôde ser sustentada com as avaliações por meio do módulo HRV Assessment do EmWave Pro Plus®. Embora, em alguns momentos, tenham sido evidenciadas consideráveis diferenças médias da interação, estas não foram estatisticamente significativas na interação tempo-grupo. Inclusive, foi demonstrada oscilação no comportamento da rMSSD dos participantes de ambos os grupos.

Resultado equivalente foi descrito em estudo prévio (27) realizado com indivíduos franceses saudáveis, em que as pontuações rMSSD não apresentaram efeito estatisticamente significativo entre GI e GC ($\chi^2 = 1,21$, $p = 0,27$). Em metanálise conduzida a fim de analisar estudos que forneceram uma justificativa para eleger a VFC como um indicador de estresse psicológico, os autores evidenciaram que o fator mais frequentemente relatado associado à variação das variáveis da VFC foi a baixa atividade parassimpática (7).

Contudo, é importante compreender que, embora a rMSSD quantifique a atividade parassimpática do SNA, em que prevalecem as respostas passivas de relaxamento e recuperação da homeostase, os dados aqui analisados (rMSSD) fornecem a quantificação das variações de curto prazo da ativação parassimpática. Considerando que, entre outras funções, o sistema parassimpático atua reduzindo a frequência cardíaca, depreende-se que as oscilações das variações curtas parassimpáticas não refletem algo negativo, mas, possivelmente, sua atuação em oposição à atividade simpática (8). Entre os participantes do presente ensaio clínico randomizado, essa ativação ocorreu sobre o organismo de indivíduos que autorrelataram estresse e estão aprendendo a modular a respiração para recuperar o equilíbrio psicofisiológico.

Portanto, congruente com estudos conduzidos com distintas populações (7, 27), o biofeedback cardiovascular pode ser considerado como uma ferramenta promissora, visto os efeitos fisiológicos e psicológicos observados na melhora da coerência cardíaca, bem como na ativação do sistema parassimpático. Neste estudo, esses efeitos foram alcançados mesmo sem um treinamento intensivo e com protocolo padronizado de respiração profunda guiada.

Ainda, como terapia mente-corpo, o biofeedback cardiovascular se mostrou como uma ferramenta promissora e útil em situações específicas, pois, ao promover ativação parassimpática e relaxamento, pode possibilitar a prevenção de inúmeros efeitos deletérios associados aos estressores ocupacionais (14, 16). Em apenas dez minutos de treinamento com biofeedback cardiovascular, os profissionais de enfermagem participantes do GI aprenderam uma maneira de mo-

dular de forma consciente e parcial as respostas do seu corpo, recuperando a homeostase, bem como possibilitando o autoco-nhecimento e a autoconsciência de seus sentimentos e emoções, de acordo com o comportamento fisiológico ou patológico, mini-mizando efeitos negativos dos estressores ocupacionais.

É importante considerar que o estudo foi conduzido durante o exercício profissional da enfermagem e, embora os participantes não estivessem atuando na assistência direta aos pacientes com covid-19, estavam vivenciando no cotidiano familiar, social e orga-nizacional, os impactos e as incertezas decorrentes da pandemia.

Nesse sentido, limitações foram identificadas: inviabilidade de se individualizar a frequência controlada e/ou frequência res-onante para o treino de respiração profunda guiada, tendo em vista a padronização das atividades realizadas para minimizar vieses na pesquisa, em conformidade com os pressupostos me-todológicos preconizados cientificamente; além disso, logística das sessões, as quais, devido à rotina laboral da equipe de enfer-magem, não ocorreram sucessivamente.

Conclusão

A intervenção com biofeedback cardiovascular demonstrou ter efeito superior a placebo na melhora das taxas de coerência cardíaca dos profissionais de enfermagem, cujos dados fisioló-gicos foram avaliados por meio do módulo HRV Assessment do EmWave Pro Plus®, que reflete em recuperação da homeostase do organismo. Não houve evidência estatística de melhora nos parâmetros da rMSSD, que fornecem a quantificação das va-riações de curto prazo da ativação parassimpática do SNA, dos profissionais de enfermagem participantes.

Agradecimentos

Agradecimentos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Programa de Alianças para a Educação e a Capacitação pela concessão de bolsas de doutorado.

1. Jilou V, Duarte JMG, Gonçalves RHA, Vieira EE, Simões AL de A. Fatigue due to compassion in health professionals and coping strategies: A scoping review. *Rev. Bras. Enferm.* 2021;74(5). DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2019-0628>
2. Pinheiro JMG, Macedo ABT, Antonioli L, Vega EAU, Tavares JP, Souza SBC de. Qualidade de vida profissional e estresse ocupacional em trabalhadores de enfermagem durante pandemia por COVID-19. *Rev. Gaúcha Enferm.* 2023;44:20210309. <https://www.scielo.br/jrgenf/a/FVnQBK5Mz4WQd83m7FVCD3F/abstract/?lang=pt>
3. Souza SBC de, Milioni KC, Dornelles TM. Análise do grau de complexidade do cuidado, estresse e coping da enfermagem num hospital sul-riograndense. *Texto Contexto - Enferm.* 2018;27(4):e4150017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0104-07072018004150017>
4. Salari N, Khazaie H, Hosseini-Far A, Khaledi-Paveh B, Kazemina M, Mohammadi M et al. The prevalence of stress, anxiety and depression within front-line healthcare workers caring for COVID-19 patients: A systematic review and meta-regression. *Hum Resour Health.* 2020;18(1):100. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12960-020-00544-1>
5. Zhang Y, Wang C, Pan W, Zheng J, Gao J, Huang X et al. Stress, burnout, and coping strategies of frontline nurses during the COVID-19 epidemic in Wuhan and Shanghai, China. *Front. Psychiatry.* 2020;11. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.565520>
6. Ribeiro RP, Marziale MHP, Martins JT, Galdino MJQ, Ribeiro PHV. Estresse ocupacional entre trabalhadores de saúde de um hospital universitário. *Rev. Gaúcha Enferm.* 2018;39:e65127. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2018.65127>
7. Kim HG, Cheon EJ, Bai DS, Lee YH, Koo BH. Stress and heart rate variability: A meta-analysis and review of the literature. *Psychiatry Investig.* 2018;15(3):235-45. DOI: <https://doi.org/10.30773/pi.2017.08.17>
8. Araújo LM de, Carvalho CMS de, Amaral MM, Santos L dos. Variability of Heart Rate as a biomarker of stress: Integrative review. *Res. Soc. Dev.* 2020;9(12):e34991211125. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.11125>
9. Martínez-Zaragoza F, Fernández-Castro J, Benavides-Gil G, García-Sierra R. How the lagged and accumulated effects of stress, coping, and tasks affect mood and fatigue during nurses' shifts. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2020;17(19):1-15. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17197277>
10. Martinez PF, Okoshi MP. Heart rate variability in coexisting diabetes and hypertension. *Arq. Bras. Cardiol.* 2018;111(1):73-4. DOI: <https://doi.org/10.5935/abc.20180118>
11. Vidal DV, Corrêa A. Biofeedback: um recurso terapêutico para os transtornos de ansiedade. *Disciplinarum Scientia.* 2020;21(2):217-28. DOI: <https://doi.org/10.37777/dscs.v21n2-018>
12. Kennedy L, Parker SH. Biofeedback as a stress management tool: A systematic review. *Cogn Tech Work.* 2019;21(2):161-90. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0487-x>
13. Dantas EM, Kemp AH, Andreão RV, da Silva VJD, Brunoni AR, Hoshi RA et al. Reference values for short-term resting-state heart rate variability in healthy adults: Results from the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health — ELSA-Brasil study. *Psychophysiology.* 2018;55(6). DOI: <https://doi.org/10.1111/psyp.13052>
14. Oliveira Júnior IG, Camelo L V, Mill JG, Ribeiro AL, De Jesus Mendes Da Fonseca M, Härter Griep R et al. Job Stress and heart rate variability: Findings from the ELSA-Brasil Cohort. *Psychosom Med.* 2019;81(6):536-44. DOI: <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000708>
15. Betke K, Basińska MA, Andruszkiewicz A. Sense of coherence and strategies for coping with stress among nurses. *BMC Nurs.* 2021;20(1):107. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12912-021-00631-1>
16. Kloudova G. Coping with stress reactions using biofeedback therapy in elite athletes: Case report. *Cogn. Remediat. J.* 2021;10(2):1-8. DOI: <https://doi.org/10.5507/crj.2021.003>
17. Lorente L, Vera M, Peiró T. Nurses' stressors and psychological distress during the COVID-19 pandemic: The mediating role of coping and resilience. *J Adv Nurs.* 2021;77(3):1335-44. DOI: <https://doi.org/10.1111/jan.14695j>
18. De Witte NAJ, Buyck I, Van Daele T. Combining biofeedback with stress management interventions: A systematic review of physiological and psychological effects. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2019;44(2):71-82. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10484-018-09427-7>
19. Millspaugh J, Errico C, Mortimer S, Kowalski MO, Reifsnnyder C. Jin Shin Jyutsu® Self-Help Reduces Nurse Stress. *J Hol. Nurs.* 2021;39(1):4-15. DOI: <https://doi.org/10.1177/0898010120938922>
20. Antonioli L. Efeito do Biofeedback cardiovascular sobre o coping da equipe de enfermagem: ensaio clínico randomizado [Tese]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/249381>
21. Macedo ABT, Vega EAU, Antonioli L, Pinheiro JMG, Dornelles TM, Souza SBC de. Intervenções para o estresse e ansiedade na enfermagem: revisão integrativa. *Rev. Enferm. Atual In Derme.* 2021;95(35):e-21108. DOI: <https://doi.org/10.31011/reaid-2021-v.95-n.35-art.1141>
22. Antonioli L, Macedo ABT, Vega EAU, Pinheiro JMG, Tanaka AKS da R, Souza SBC de. Effect of biofeedback on nursing team coping: a randomized clinical trial. *Acta Paul Enferm* 2023;36:eAPE00502. DOI: <https://doi.org/10.37689/acta-ape/2023AO00502>
23. Alkhaldeh JM, Soh KL, Mukhtar F, Peng OC, Alkhaldeh HM, Al-Amer R et al. Stress management training program for stress reduction and coping improvement in public health nurses: A randomized controlled trial. *J Adv Nurs.* 2020;76(11):3123-35. DOI: <https://doi.org/10.1111/jan.14506>
24. Lima FV, Formiga NS, Melo GF De. Elaboração e validação de Escala de Sintomas de Estress. *PsicologiaPt.* 2018;1-13. Disponível em: <https://www.psicologia.pt/artigos/textos/A1203.pdf>
25. Van der Zwan JE, Vente W de, Huizink AC, Bögels SM, Bruin EI de. Physical activity, mindfulness meditation, or heart rate variability biofeedback for stress reduction: A randomized controlled trial. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* 2015;40(4):257-68. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10484-015-9293-x>
26. Lo JC, Sehic E, Meijer SA. Measuring mental workload with low-cost and wearable sensors: Insights into the accuracy, obtrusiveness, and research usability of three instruments. *J Cogn Eng Decis Mak.* 2017;11(4):323-36. DOI: <https://doi.org/10.1177/1555343417716040>
27. Schlatter S, Schmidt L, Lilot M, Guillot A, Debarnot U. Implementing biofeedback as a proactive coping strategy: Psychological and physiological effects on anticipatory stress. *Behav. Ther.* 2021;140:103834. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.brat.2021.103834>