

# Effets neurobiologiques et antiinflammatoires d'une technique de respiration diaphragmatique profonde basée sur la psychothérapie néofonctionnelle : un ECR pilote

Giuseppe Maniaci<sup>1,2,3</sup>  | Marco Daino<sup>1</sup> | Maria Iapichino<sup>1</sup> | Alessandra Giammanco<sup>1,4</sup> | Calogero Taormina<sup>2,3</sup> | Giuseppina Bonura<sup>2,3</sup> | Zaira Sardella<sup>2,3</sup> | Giuseppe Carolla<sup>1</sup> | Patrizia Cammareri<sup>1</sup> | Emmanuel Sberna<sup>1</sup> | Maria Francesca Clesi<sup>1</sup> | Laura Ferraro<sup>1</sup> | Caterina Maria Gambino<sup>5</sup> | Marcello Ciaccio<sup>5</sup> | Luciano Rispoli<sup>3,6</sup> | Catherine La Cascia<sup>1</sup> | Danièle La Barbera<sup>1</sup> | Diego Quattrone<sup>1,7</sup>

<sup>1</sup>Département de biomédecine, neurosciences et diagnostics avancés, Section de psychiatrie (BiND), Université de Palerme, Palerme, Italie |

<sup>2</sup>Néo-

Centre d'études de psychothérapie fonctionnelle, Palerme, Italie | et <sup>3</sup>Société italienne de psychothérapie fonctionnelle (SIF), Naples, Italie |

<sup>4</sup>Département des sciences médicales

santé publique, Université de Cagliari, Palerme, Italie | <sup>5</sup>Département de biomédecine, neurosciences et diagnostics avancés, clinique moléculaire

Médecine et médecine de laboratoire clinique, (BiND), Institut de biochimie clinique, Université de Palerme, Palerme, Italie |

<sup>6</sup>Ecole européenne de

Psychothérapie fonctionnelle (SEF), Naples, Italie | <sup>7</sup>Centre de Psychiatrie Sociale, Génétique et Développementale, Institut de Psychiatrie, Psychologie et

Neurosciences, King's College London, Londres, Royaume-Uni

Correspondance : Giuseppe Maniaci ([giuseppe.maniaci02@unipa.it](mailto:giuseppe.maniaci02@unipa.it))

Reçu : 10 juin 2024 | Révisé : 26 septembre 2024 | Accepté : 24 octobre 2024

Financement : Cette recherche a reçu une subvention spécifique de la SIF – Société italienne de psychothérapie fonctionnelle et de la SEF – École européenne de psychothérapie fonctionnelle.

Mots-clés : charge allostatique | cytokines | respiration diaphragmatique | thérapies corps-esprit | stress | ton vagal

## ABSTRAIT

Nous avons examiné la faisabilité de l'utilisation de la technique néofonctionnelle de respiration profonde (NDB) pour réduire la charge allostatique suite au Trier Social Stress Test (TSST). Quarante-quatre sujets sains ont été randomisés en groupes expérimentaux et témoins. Suite à la procédure TSST, les participants ont subi soit une seule séance de NDB, soit une intervention de contrôle de l'attention. Le système Procomp Infinity Biofeedback a mesuré la respiration par minute (BPM), l'amplitude respiratoire, les domaines linéaires HRV, la conductance cutanée et l'activité électromyographique du muscle trapèze. Les concentrations salivaires de cortisol et de cytokines, le stress perçu et les niveaux d'anxiété ont également été évalués. Ces paramètres ont été combinés dans un indice de charge allostatique (ALI) pour mesurer l'effet de l'intervention. Cet ECR pilote a démontré la faisabilité de la conception de l'étude et le caractère pratique de l'intervention. Le groupe NDB a présenté une réduction de l'ALI, une augmentation de l'amplitude respiratoire abdominale, une diminution du BPM, une augmentation du VRC indiquant une activation parasympathique et une diminution du cortisol et des cytokines inflammatoires. Cette étude a mis en évidence la faisabilité de tester la technique NDB pour réduire la charge allostatique grâce à une réponse neurobiologique et antiinflammatoire après exposition à

Abréviations : ALI, indice de charge allostatique ; SNA, système nerveux autonome ; IMC, indice de masse corporelle ; BPM, respiration par minute ; BVP, pouls volumique sanguin ; DB, respiration diaphragmatique ; EMG, électromyographie ; HF, haute fréquence ; HPA, hypothalamo-hypophysé-surrénalien ; FC, fréquence cardiaque ; HRV, variabilité de la fréquence cardiaque ; NDB, respiration profonde néofonctionnelle ; NT, thérapie néofonctionnelle ; RMSSD, moyenne quadratique des différences successives ; RS, capteur respiratoire ; SAM, sympathique-surrénalien-médullaire ; SC, conductance cutanée ; STAI, inventaire des traits d'état d'anxiété ; SUDS, unités subjectives d'échelle de détresse ; TSST, Test de stress social de Trèves.

Importance clinique ou méthodologique de cet article : Il s'agit du premier ECR pilote visant à explorer les effets neurobiologiques et antiinflammatoires d'une seule séance de technique de respiration profonde néofonctionnelle (NDB) suivant un protocole de stress structuré chez des participants en bonne santé. La force de l'étude réside dans l'utilisation de l'indice de charge allostatique (ALI) et d'un cadre méthodologique rigoureux. La technique NDB, combinant respiration et toucher physique, augmente efficacement l'activité parasympathique, réduit le cortisol salivaire et les marqueurs d'inflammation, indiquant son potentiel en tant que traitement antiinflammatoire d'appoint.

Il s'agit d'un article en libre accès selon les termes de [Creative Commons Attribution-NonCommercial](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Licence qui autorise l'utilisation, la distribution et la reproduction sur n'importe quel support, à condition que l'original l'œuvre est correctement citée et n'est pas utilisée à des fins commerciales.

© 2024 Les auteurs. Stress et santé publié par John Wiley & Sons Ltd.

stress psychosocial. Ce protocole peut représenter un adjuvant thérapeutique noninvasif dans les troubles liés à une dérégulation de l'axe HPA ou à un état inflammatoire.

Enregistrement de l'essai : NCT04102813

## 1 | Introduction

Le terme « stress » fait référence à la réponse physique et psychologique à des événements, appelés facteurs de stress, qui remettent en question le fonctionnement normal d'une personne (Selye 1998). Une réduction du stress perçu est associée à une diminution du risque de plusieurs maladies (Harriss et al. 2009; He, Nowson et MacGregor 2006; Sattelmair et al. 2011; Velten et al. 2014), à un meilleur bien-être (Maniaci et al. 2018, 2020 ; Mintzer et al. 2019), et des résultats scolaires plus élevés (LaCascia et al. 2019 ; Maniaci et coll .

Il a été largement démontré que le stress a un impact profond sur la fonctionnalité des systèmes immunitaire et endocrinien (Vitlic, Lord et Phillips 2014). Les effets du stress sur l'équilibre homéostatique de ces deux systèmes sont strictement liés à la durée et à l'intensité du stimulus (Fali, Vallet et Saucé 2018). Un facteur de stress aigu déclenche une brève poussée des cellules de la réponse immunitaire innée, augmentant les cytokines pro-inflammatoires telles que l'IL-1 $\beta$ , l'IL-6 et, occasionnellement, le TNF- $\alpha$  ; et une diminution des cytokines anti-inflammatoires telles que l'IL-10 et l'IL-4 (Goebel et al. 2000 ; Maes et al. 1998 ; Morey et al. 2015 ; Steptoe, Hamer et Chida 2007). Cette réponse immunitaire se reflète dans les changements dans les marqueurs sériques et salivaires de l'inflammation (pour une revue, voir Slavish et al. 2015).

De plus, l'activation des axes sympathique-surrénalien-médullaire et hypothalamo-hypophysio-surrénalien entraîne la libération de catécholamines et de glucocorticoïdes qui modulent la réponse immunitaire (Sapolsky, Romero et Munck 2000 ; Kemeny et Schedlowski 2007), avec un pic d'environ 15 à 15 heures . 20 minutes post-stress (Russell et Lightman 2019). Le stress chronique entraîne une dérégulation immunitaire, qui peut inclure une immunosuppression et une inflammation chronique de faible intensité (Morey et al. 2015 ; Segerstrom et Miller 2004 ; Rohleder 2019). La dérégulation de l'axe HPA, ainsi que les modifications des profils de cytokines pro- et anti-inflammatoires, contribuent à la pathogenèse de l'anxiété, du stress post-traumatique et des troubles obsessionnels compulsifs (Furtado et Katzman 2015a).

Une adaptation par le biais de mécanismes compensatoires et anticipatifs est généralement nécessaire pour atteindre ou restaurer la stabilité physiologique, appelée allostase. Notamment, le fardeau de l'exposition chronique à des événements stressants et les réponses neuroendocriniennes associées peuvent être conceptualisés comme une charge allostatique (McEwen et Stellar 1993) et résumés dans une mesure individuelle, à savoir l'indice de charge allostatique (ALI).

Le stress chronique déclenche un déséquilibre des biomarqueurs, augmentant la charge allostatique et facilitant des diminutions plus importantes du fonctionnement cognitif et physique et un risque accru de maladies cardiovasculaires (Seeman et al. 1997). Les médiateurs primaires, notamment les hormones du stress et les cytokines, perturbent la fonction cellulaire (Picard, Juster et McEwen 2014). Au fil du temps, la dérégulation s'étend aux biomarqueurs métaboliques, cardiovasculaires et immunitaires (critères de jugement secondaires), pour aboutir à des critères cliniques (critères de jugement

secondaires) (McEwen et Seeman 1999). Des valeurs ALI plus élevées indiquent une contrainte physiologique plus élevée, tandis que des valeurs plus faibles indiquent une meilleure adaptation au stress. À ce jour, les recherches dans ce domaine ont utilisé de nombreuses variables physiologiques pour construire des indices ALI, divergeant des variables initialement utilisées dans le modèle initial (Mauss et al. 2015).

La respiration diaphragmatique (DB) est une technique peu coûteuse et fondée sur des données probantes qui implique une respiration profonde, garantissant l'expansion des poumons dans le diaphragme plutôt que de s'appuyer uniquement sur l'abdomen ou la cage thoracique. Il a été démontré que cette méthode stimule le nerf vague, entraînant une augmentation marquée des activités parasympathiques et cardiaques vagues (You et al. 2022). Une telle stimulation entraîne la normalisation de la pression artérielle et de la fréquence cardiaque (Janet et Gowri 2017 ; Joshi et al. 2016) et la modulation des valeurs de HRV (variabilité de la fréquence cardiaque) (Kromenacker et al. 2018). Parallèlement à ces ajustements neurovégétatifs, des réductions des taux sanguins (KiecoltGlaser et al. 2010) et salivaires (Perciavalle et al. 2017) ont été observées après une DB. Il est intéressant de noter que les modifications du cortisol sont également corrélées aux altérations des profils de cytokines (Twal, Wahlquist et Balasubramanian 2016).

La DB est souvent utilisée dans les thérapies corps-esprit, conçues pour combler le fossé entre le bien-être physique et mental (Hopper et al. 2018), en améliorant la cognition et la régulation des émotions (Ma et al. 2017). Les thérapies corps-esprit englobent une gamme de traitements, notamment le yoga, le qigong, le tai-chi et la pleine conscience (Bower et Irwin 2016). Ces approches fusionnent généralement la DB avec la méditation et une activité physique modérée, dans le but de favoriser la relaxation et l'atténuation du stress (Morgan et al. 2014). Une méthode unique au sein des thérapies corps-esprit, la technique de respiration profonde néofonctionnelle (NDB), met l'accent sur une DB améliorée en conjonction avec une fréquence respiratoire réduite, se situant dans la plage de 5 à 6 BPM. Se distinguant des autres thérapies corps-esprit, le NDB amplifie l'effet de la DB en manipulant directement le compartiment thoraco-abdominal.

Cette intervention vise à harmoniser les mouvements entre la cage thoracique et l'abdomen lors d'une respiration régulière (Di Nuovo, Rispoli et Genta 2011 ; Di Nuovo et Rispoli 2011). L'objectif primordial du protocole NDB est de diminuer le contrôle conscient, facilitant ainsi la résurgence du fonctionnement physiologique spontané (Di Nuovo, Rispoli et Genta 2011 ; Di Nuovo et Rispoli 2011 ; Rispoli et De Vita 2016). Cette technique (Rispoli 2004) se caractérise par plusieurs étapes et est appliquée lorsque le patient est en décubitus dorsal (pour la description complète de la technique, voir Informations complémentaires S1 : Supplément 1).

Bien que ces techniques soient souvent utilisées dans la pratique courante, des études méthodologiquement plus robustes sont nécessaires pour

établir leur efficacité.

## 1.1 | Objectif

Au meilleur de nos connaissances, il s'agit du premier ECR en une seule séance examinant l'effet d'une technique NDB sur les variables de stress physiologiques et psychologiques, y compris les modèles de cytokines. Nous avons émis l'hypothèse que par rapport au groupe témoin, le groupe expérimental présenterait une diminution significative de l'ALI, mise en évidence par une augmentation du tonus vagal, en association avec une réduction des taux de cortisol, de cytokines proinflammatoires, d'état d'anxiété et de stress perçu.

## 2 | Méthode

### 2.1 | Participants

Toutes les procédures ont été réalisées dans la clinique externe de la section de psychiatrie du département de biomédecine, neurosciences et diagnostics avancés de l'Université de Palerme.

Les sujets ont été recrutés via des installations universitaires et des publicités sur les réseaux sociaux pendant une période de 5 mois, d'octobre 2019 à janvier 2020. Cette étude pilote n'incluait pas de calcul formel de la taille de l'échantillon avant la collecte des données. Au lieu de cela, une analyse de sensibilité posthoc utilisant G\*Power a été réalisée, qui a indiqué que l'étude avait une puissance de 80 % pour détecter une taille d'effet modérée (Cohen's $f=0,36$ ). Les volontaires sains ont été sélectionnés au moyen d'un entretien téléphonique structuré afin d'évaluer leur éligibilité en fonction des critères d'exclusion suivants : âge < 18 ou > 55 ans, participation contemporaine à d'autres essais cliniques, pratique régulière d'une activité physique (au moins 1 h/jour), IMC > 40, problème de toxicomanie ou de toxicomanie passé ou actuel (y compris la nicotine), maladies inflammatoires chroniques, infections graves (par exemple, VIH, hépatites B et C), cancer au cours des 6 mois précédents, traitement par immunoactifs (par exemple, antibiotiques, antihistaminiques, corticostéroïdes), bêtabloquants ou médicaments psychotropes au cours des 2 semaines précédant la procédure d'essai, et utilisation régulière de médicaments antiinflammatoires pendant plus de 15 jours/mois.

Après cette première sélection, une consultation avec un psychologue clinicien ou un psychiatre était programmée pour administrer l'entretien clinique structuré pour les troubles de la personnalité (PD) et la version clinicienne (CV) du DSM-5 (SCID-5) (First, Williams, Benjamin, et coll. 2016 ; Premièrement, Williams, Karg et coll. Tous les participants ont fourni leur consentement éclairé écrit et toutes les mesures ont été administrées dans le respect de leur vie privée. En raison de l'apparition de la pandémie de COVID19, l'étude a été interrompue. Cette phase

a marqué la première vague de collecte de données. Suite à la publication de ces mesures, nous avons repris le recrutement en mars 2021.

De nouveaux critères d'éligibilité ont été établis et ajoutés aux précédents : ne pas avoir contracté une infection par le SRAS-CoV-2 au cours des mois précédents et avoir terminé le cycle de vaccination contre le SRAS-CoV-2. Par conséquent, un nouveau groupe de participants a été recruté entre mars 2021 et mai 2021. Sept participants (17,5 %) ont été recrutés avant la pandémie et les 33 participants restants (82,5 %) ont été recrutés pendant la pandémie à partir de mars 2021. De plus, tous les sujets ont été soumis à un prélèvement nasopharyngé dans notre laboratoire avant de subir l'intervention. Les chercheurs impliqués dans la procédure ont été vaccinés et ont utilisé les EPI appropriés (masque FFP2, visière et gants).

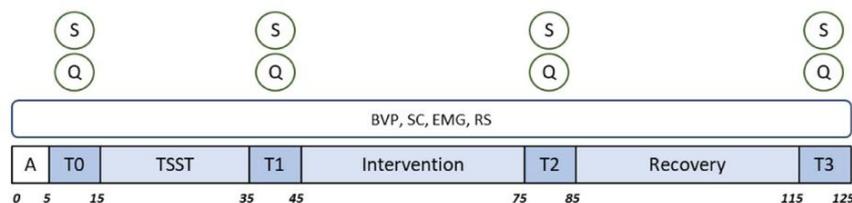
### 2.2 | Procédure de randomisation

Les participants ont été répartis dans un groupe expérimental ou un groupe témoin via une procédure de randomisation réalisée sur IBM SPSS 24. Un échantillonnage aléatoire stratifié selon l'âge et le sexe a été réalisé pour garantir une meilleure représentation de la population volontaire et une répartition égale entre les sexes dans les deux groupes. Une procédure de conception de blocs de 11 blocs de taille 4 a été adoptée pour obtenir des groupes de tailles égales.

### 2.3 | Aperçu des procédures

Cette étude a été approuvée par le Comité d'Éthique de l'AOU'P. Giaccone', Palerme, Italie (Verb. N° 06/2019), et enregistré dans [les essais cliniques.Gov \(NCT04102813\)](https://clinicaltrials.gov/ct2/show/study/NCT04102813) et a été réalisée conformément aux principes de la Déclaration d'Helsinki. Deux participants par jour ont été testés respectivement entre 8h30 et 10h30 et entre 11h00 et 13h00. La procédure expérimentale est présentée dans la figure 1 ci-dessous.

1. À leur arrivée, tous les participants ont reçu une brochure d'information sur l'approche NDB et NT et ont signé le consentement éclairé. Des chercheurs qualifiés ont ensuite évalué les paramètres anthropométriques, notamment la taille et le poids. A T0, les sujets étaient invités à enlever leurs chaussures, ceintures, colliers et bracelets. Pour éviter une dilution excessive de la salive, 1 à 2 gorgées d'eau ont été consommées à des moments précis (10 minutes avant chaque prélèvement de salive). Un capteur respiratoire portable (RS) a été installé autour de la zone abdominale au niveau de la côte la plus basse. Les patients étaient



FIGURES 1 | Procédure expérimentale, avec un calendrier indiqué en minutes. Après l'acclimatation (A) et l'enregistrement physiologique de base, les participants ont été exposés au TSST, à l'intervention (NDB ou AC) et aux procédures de récupération. Les tests ont eu lieu au départ (T0), à la fin du TSST (T1), à la fin de la procédure expérimentale (T2) et à la fin de la récupération (T3). BVP, pouls volumique sanguin ; EMG, électromyographie ; Administration des questionnaires Q, STAI et SUDS ; RS, capteur respiratoire ; S, échantillons de salive pour les mesures de cortisol et de cytokines ; SC, conductance cutanée.

On leur a demandé de s'asseoir confortablement, en s'assurant que leur dos reposait contre la chaise. Ensuite, des capteurs de pouls de volume sanguin (BVP), de conductance cutanée (SC) et de biofeedback électromyographique (EMG) ont été placés, et il a été demandé aux participants de toujours reposer leurs mains, les paumes tournées vers le haut, sur leurs jambes. Après un intervalle d'étalonnage et d'acclimatation de 5 minutes, les données physiologiques basales en position assise ont été enregistrées et les questionnaires de l'inventaire des traits d'état d'anxiété (STAI) et de l'échelle d'unités subjectives de détresse (SUDS) ont été remplis avec l'aide du chercheur afin d'éviter les mouvements de la main ; la forme du trait STAI n'a été administrée qu'à T0. Par la suite, les participants ont été invités à mâcher un coton-tige pendant 2,5 minutes pour prélever le premier échantillon salivaire destiné à mesurer les cytokines et le cortisol.

- Le test de stress social de Trier (TSST) de Birkett (2011) a été administré en tant que procédure standardisée pour l'induction d'un stress psychosocial aigu. Dans cette version, les participants n'ont pas reçu de papier ni de crayon pour préparer leur discours et ont prononcé leur discours devant un panel de deux évaluateurs. Les participants ont eu 10 minutes pour préparer mentalement un discours de 5 minutes expliquant pourquoi ils étaient le candidat idéal pour l'emploi souhaité. Le discours a été prononcé devant deux intervieweurs et enregistré sur vidéo. Si une pause dépassait 20 s, les participants étaient invités à continuer. Après le discours, les participants ont effectué une tâche de calcul mental en soustrayant 13 de 1022, puis en recommençant à partir de 1022 en cas d'erreur. Des mesures physiologiques continues ont été prises tout au long de la tâche. A la fin du TSST, la deuxième évaluation psychologique a été réalisée et le deuxième échantillon salivaire a été collecté (T1).

- Les participants ont été aidés à adopter une position couchée et soumis à une seule séance de 30 minutes de NDB (groupe expérimental) ou à une intervention de contrôle de l'attention (groupe témoin), qui consistait à écouter un livre audio de 30 minutes. Conformément aux travaux antérieurs (Bennett et al. 2018 ; Borchardt et Zoccola 2018 ; Ditto, Eclache et Goldman 2006), un livre audio au contenu neutre a été choisi afin de ne pas déterminer une activation psychophysique des participants. Par conséquent, le livre audio sélectionné, « La dictature des habitudes », portait sur l'importance de suivre des habitudes saines et productives.

La séance d'écoute a été suivie d'un bref questionnaire pour contrôler les niveaux d'attention. Cinq thérapeutes ayant une formation postuniversitaire de 4 ans sur l'approche fonctionnelle ont dispensé la séance NDB dans le cas du groupe expérimental, ou écouté le livre audio avec le participant dans le cas du groupe témoin, afin de contrôler les effets de Hawthorne et de la position du corps (McCambridge, Witton et Elbourne 2014 ; A la fin de la séance, la troisième évaluation psychologique a été réalisée et le troisième échantillon salivaire a été collecté (T2).

- Enfin, les participants ont subi une période de récupération, conçue pour évaluer le biofeedback et les réponses lentes des cytokines au stress et aux procédures de relaxation. Les sujets des deux groupes ont bénéficié d'une séance d'écoute de livres audio de 30 minutes, suivie d'un bref questionnaire pour contrôler le niveau d'attention tout au long de la séance. A la fin de la séance, le quatrième bilan psychologique a été réalisé, et le dernier échantillon salivaire a été prélevé (T3).

## 2.4 | Mesures

### 2.4.1 | Réponse du système nerveux autonome (SNA)

Tous les paramètres ANS ont été enregistrés et convertis des données analogiques en données numériques (A/D) à l'aide de l'encodeur multimodalité Procomp Infinity et des capteurs associés (Thought Technology, Montréal, Québec).

2.4.1.1 | Variabilité de la fréquence cardiaque (VRC). Le pouls volumique sanguin (BVP) a été détecté via un capteur de photopléthysmographie (BVP Flex/PRO, SA9308M) et a été échantillonné à 2048 Hz.

Selon une étude réalisée par Schäfer et Vagedes (2013), la technologie de photopléthysmographie s'est révélée être une technologie fiable pour collecter des données sur les intervalles entre les battements (IBI) pour l'analyse du VRC chez des sujets en bonne santé et au repos. Le capteur a été placé sur le pouce de la main dominante pour éviter les artefacts causés par les interférences lumineuses (Combatalade 2010). Un déclencheur numérique détectant le point de déviation maximale a été appliqué au signal brut BVP pour obtenir les valeurs de fréquence cardiaque (FC) et d'IBI. Toutes les données BVP ont été examinées visuellement et les artefacts ont été corrigés. Le logiciel d'analyse Kubios HRV 3.3 (Tarvainen et al. 2014) a été utilisé pour calculer les indices HRV à court terme (~ 5 min) dans les domaines temporel et fréquentiel. En tant que mesure dans le domaine temporel, la moyenne quadratique des différences successives (RMSSD, en ms) a été estimée, en tant qu'indice de l'activité vagale dans les mesures à court terme (Shaffer et Ginsberg 2017).

En tant que mesure du domaine fréquentiel, l'analyse de Fourier a été utilisée pour calculer la puissance haute fréquence (HF : 0,15–0,40 Hz, en ms<sup>2</sup> et nu) comme indicateur du tonus parasympathique (Gerritsen et Band 2018). Cependant, selon des recherches antérieures (Shaffer et Ginsberg 2017), les domaines fréquentiels du VRC devraient être analysés en relation avec les mesures de la fréquence respiratoire.

2.4.1.2 | Réponse de conductance cutanée (SCR). La conductance cutanée (en  $\mu\text{S}$ ) a été mesurée à l'aide d'électrodes Ag/AgCl (SCFlex/Pro SA9309M), fixées avec deux bagues et positionnées au niveau de la deuxième phalange de l'index et de l'auriculaire de la main non dominante, et échantillonnées à 256 Hz. SC est une mesure bien connue de l'activité sympathique en réponse à des stimuli de stress.

2.4.1.3 | Électromyogramme (EMG). La tension musculaire a été mesurée en détectant les tensions de surface à l'aide de l'électrode sèche Triode Ag/AgCl et du capteur Myoscan-Pro (SA9401M-50). Le capteur a une plage active de 20 à 500 Hz et peut enregistrer des signaux jusqu'à 1 600  $\mu\text{S}$ . Les données ont été échantillonnées à 256 Hz et prétraitées via un algorithme de lissage profond. Le capteur a été placé sur le muscle trapèze avec des électrodes positives et négatives parallèles aux fibres musculaires.

2.4.1.4 | Amplitude respiratoire et respiration par minute (BPM). Les paramètres respiratoires ont été mesurés à l'aide du capteur respiratoire et du câble (SA9311M), une bande élastique tissée d'environ 52 pouces (132 cm) de longueur avec une ceinture extensible réglable. Tout au long de la séance, la bande a été positionnée autour de la zone abdominale, à la hauteur des côtes la plus basse. Un appareil sensible à l'étirement est attaché à l'abdomen afin d'enregistrer l'amplitude respiratoire et le taux de BPM. Pendant l'inspiration, la cage thoracique se dilate et étire l'appareil. Lors de l'expiration, l'étirement se détend et le capteur revient à sa position neutre. La forme d'onde résultante est affichée à l'écran.

## 2.4.2 | Collecte d'échantillons salivaires

Des échantillons de salive ont été collectés par l'appareil Salivette (Sarstedt, Numbrecht, Allemagne). Tous les sujets devaient s'abstenir de boire, de manger et de se brosser les dents 60 minutes avant la collecte. Le rouleau de coton était directement introduit dans la bouche du participant sans manipulation et mâché pendant 2,5 min en effectuant des mouvements circulaires. Le rouleau de coton n'a pas été manipulé manuellement lors de l'insertion pour maintenir la pureté de l'échantillon. Les échantillons ont été collectés et centrifugés à 1 500 g pendant 10 min, après quoi la salive récupérée a été transférée dans des tubes de 1,5 ml et conservée à -80 °C jusqu'à une analyse plus approfondie. Tous les tests de laboratoire ont été effectués à l'institut de biochimie clinique, de médecine moléculaire clinique et de médecine de laboratoire clinique de l'Université de Palerme.

2.4.2.1 | Réponse endocrinienne. Les niveaux de cortisol libre salivaire ont été déterminés sur l'analyseur d'immunoessai automatisé eCobas en utilisant le test Elecsys Cortisol II (Roche Diagnostics, Mannheim, Allemagne), un test immunologique d'anticorps polyclonaux compétitifs qui utilise une étape de séparation magnétique suivie d'une quantification par électrochimiluminescence. Les échantillons ont été mesurés en utilisant 20 µL de salive. La plage de mesure était de 0,054 à 63,4 µg/dL (1,5 à 1 750 nmol/L). Le cortisol salivaire est étroitement lié au cortisol libre sérique (Kirschbaum et Hellhammer 1994 ; Teruhisa et al. 1981).

2.4.2.2 | Réponse inflammatoire. Le TNF-α humain, l'IL-6 humaine IL-1β haute sensibilité (hs) ainsi que l'IL-10 hs humaine ont été mesurés à partir d'échantillons de salive par des kits Diaclone ELISA (Medix Biochemica, Besançon, France). Ces tests utilisent la technique de dosage immuno-enzymatique quantitatif en sandwich.

L'absorbance a été mesurée sur un spectrophotomètre à 450 nm. La sensibilité ou la dose minimale détectable de hsTNF-α était < 8 pg/mL, pour l'IL-1β était de 6,5 pg/mL, pour la hsIL-6 était de 0,81 pg/mL et pour l'IL-10 était de 0,98 pg/mL.

## 2.4.3 | Réponse psychologique

Le State-Trait Anxiety Inventory (STAIY) a été utilisé comme questionnaire d'auto-évaluation pour étudier les niveaux d'anxiété (Spielberger et al. 1983). L'échelle d'unités subjectives de détresse (SUDS) a été utilisée pour évaluer rapidement les niveaux de stress au cours des différentes phases de l'essai clinique (Tanner 2012).

## 2.4.4 | Indice de charge allostatique

Les variables ANS (RMSSD, HF, SC, EMG, amplitude respiratoire et BPM), endocriniennes (cortisol salivaire, IL-6, IL-1B, TNF-a et IL-10) et psychologiques ont été regroupées dans une ALI continue.

Le principal avantage de cette approche est qu'elle utilise toutes les informations disponibles pour chaque variable, permettant une mesure détaillée des variations de la charge allostatique (Hickson et al. 2012 ; Widom, Horan et Brzustowicz 2015). Pour construire l'ALI, les scores z ont été calculés pour chaque variable à chaque instant ; les scores z pour les variables amplitude respiratoire, HF, RMSSD et IL-10 ont été inversés, car des valeurs plus élevées de ces paramètres indiquent une charge allostatique réduite. Enfin, les z-scores

ont été additionnés pour chaque participant et à chaque instant pour obtenir l'ALI (Langelaan et al. 2007).

## 2.5 | Analyse statistique

Les différences entre les groupes dans les caractéristiques démographiques et les mesures préalables au traitement ont été analysées à l'aide de tests t et de tests χ<sup>2</sup> sur échantillons indépendants. Une ANOVA à mesures répétées avec « le temps » comme facteur intra-sujet, « groupe » comme facteur inter-sujets et « plage horaire » comme facteur covariable pour toutes les mesures collectées a été réalisée pour évaluer les effets avant et après le traitement. Les valeurs p corrigées de Greenhouse-Geisser ont été utilisées le cas échéant. Toutes les analyses supposent un risque alpha de 5 %. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel IBM SPSS 24 pour Windows.

## 3 | Résultats

### 3.1 | Échantillon d'étude

Un échantillon de 44 sujets, 29 femmes (67,5 %) et 15 hommes (32,5 %), ont participé volontairement à l'étude. L'âge variait entre 18 et 48 ans (M = 26 ; SD = 7,64). Les sujets ont été randomisés en un groupe expérimental (N = 22) et un groupe témoin (N = 22). Quatre sujets ont été exclus de l'analyse en raison d'artefacts majeurs dans les données de fréquence cardiaque. Ainsi, 40 sujets (groupe expérimental, N = 20 ; groupe témoin, N = 20) ont été inclus dans l'analyse. Le diagramme CONSORT est disponible en tant qu'informations complémentaires S2 : fichier supplémentaire 2. L'IMC moyen était de 22,92 (SD = 3,15) pour le groupe expérimental et de 23,07 (SD = 3,79) pour le groupe témoin. Nous n'avons trouvé aucune différence sociodémographique entre les groupes au départ.

### 3.2 | Effet de l'intervention sur l'ALI

Une ANOVA à mesures répétées de deux (groupe : expérimental, contrôle) à quatre (durée : référence, post TSST, post intervention, post suivi) a été réalisée pour évaluer la variation de l'ALI en fonction des scores z. Nous n'avons pas trouvé d'effets principaux du temps, quelle que soit l'hypothèse de sphéricité ou les corrections appliquées (p > 0,34).

Cependant, un effet d'interaction entre le temps et le groupe a été observé F(3, 2,651) = 8,036, p = 0,001, η<sup>2</sup> = 0,178. La puissance observée pour cette interaction était élevée, à 0,981, ce qui suggère une taille d'effet modérée à importante (Tableau 1).

Une ANOVA à mesures répétées à deux (groupe : expérimental, contrôle) et deux (durée : ligne de base après TSST) a été réalisée pour évaluer la variation de l'ALI en fonction des scores z et explorer les différences entre les deux groupes concernant l'ampleur du changement de l'ALI à travers les moments spécifiés. Cette analyse a été

TABLEAU 1 | ANOVA à mesures répétées pour ALI.

Facteur	F	df	MSE	p	η <sup>2</sup>
ALI : heure	0,949	2	0,031	0,411	0,025
ALI : Temps	1,041	2	0,034	0,372	0,027
ALI : Groupe Heure	8,036	2	0,266	****	0,178

\*p < 0,05, \*\*p < 0,01, \*\*\*p < 0,005, \*\*\*\*p < 0,001.

ensuite répété pour les moments appariés de l'intervention postTSST et du suivi de l'intervention. Les résultats ont montré l'interaction groupe-temps suivante pour la paire post-TSST-intervention :  $F(1, 1) = 13,915$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,273$ .

Notamment, des résultats significatifs sont apparus uniquement pour la paire post-intervention TSST. La puissance observée pour cette interaction était élevée, à 0,953, et la taille de l'effet, comme l'indique le  $d$  de Cohen, était de  $-1,23$ , ce qui suggère un effet très important.

### 3.3 | Effets de l'intervention sur les biomarqueurs

Des mesures ANOVA répétées séparées par deux groupes (expérimental, contrôle) et deux périodes (post TSST et post intervention) ont été utilisées pour étudier chaque variable. L'interaction Groupe-Temps a montré une augmentation de l'amplitude abdominale  $F(1, 33) = 35,871$ ,  $p < 0,001$ , et une diminution du BPM  $F(1, 34) = 290,972$ ,  $p < 0,001$ . De plus, nous avons observé une augmentation du HRV (RMSSD)  $F(1, 37) = 8,588$ ,  $p = 0,006$  ; une diminution du cortisol salivaire  $F(1, 36) = 12,056$ ,  $p < 0,001$  ; et une diminution de l'IL-6  $F(1, 35) = 7,158$ ,  $p = 0,011$ , et du TNF- $\alpha$   $F(1, 36) = 8,135$ ,  $p = 0,007$ .

Le groupe témoin a montré une modification sur les domaines fréquentiels HRV, augmentant spécifiquement le HF  $F(1, 37) = 9,132$ ,  $p = 0,005$ , et une diminution du SC  $F(1, 37) = 5,299$ ,  $p = 0,027$ . Les deux groupes ont montré un effet principal significatif du temps à travers une réduction de HR  $F(1, 37) = 110,048$ ,  $p < 0,001$ , IL-1 $\beta$   $F(1, 31) = 4,527$ ,  $p = 0,041$ , STAI-Y1  $F(1, 36) = 63,822$ ,  $p < 0,001$  et SUDS  $F(1, 36) = 66,711$ ,  $p < 0,001$ , sans différences significatives entre les groupes. Aucun effet n'a été trouvé pour l'IL-10 et l'EMG.

## 4 | Discussion

Le but de cet ECR était d'évaluer la faisabilité de la technique NDB pour atténuer la charge allostatique ressentie au sein d'un échantillon de sujets sains après l'administration du TSST.

Comme le soulignent un récent éditorial de Juster et Misiak (2023), l'importance du concept de charge allostatique réside dans sa capacité à délimiter les réponses de l'organisme aux événements stressants en fusionnant divers changements physiologiques en cours. Lorsque ces réponses initialement adaptatives à court terme deviennent chroniques, l'organisme entre dans un état de surcharge allostatique, augmentant ainsi le risque d'émergence de diverses conditions pathologiques (Beckie 2012). Dans notre étude, nous avons confirmé que la charge allostatique est une mesure de résultat valide pour cette étude. Cette charge comprend un ensemble complet d'indicateurs physiologiques, comportementaux et psychologiques, tels que validés dans la littérature par Mauss et al. (2015), incluant spécifiquement les paramètres respiratoires, le tonus vagal, les niveaux de cortisol, les cytokines pro-inflammatoires et anti-inflammatoires, le stress perçu et l'état d'anxiété.

Notamment, nous avons observé une variation de la charge allostatique en réponse à l'intervention, le groupe expérimental présentant une réduction de l'ALI, accompagnée d'une augmentation de l'activité parasympathique. Cela devait coïncider avec une diminution des taux de cortisol, une réduction des cytokines proinflammatoires et une réduction plus prononcée du stress perçu et de l'anxiété d'état par rapport au groupe témoin.

Ce premier ECR pilote introduit de nouveaux éléments. Premièrement, alors que l'efficacité des thérapies corps-esprit dans la modulation des effets physiologiques

paramètres ont été établis (Tung et Hsieh 2019), à notre connaissance, aucune étude n'a encore analysé les effets de l'administration d'une seule séance basée sur une technique de DB profonde, qui intègre le toucher physique et l'intervention manuelle sur le participant, comme le Protocole NDB. De plus, l'utilisation de l'ALI comme indicateur de l'importance de l'intervention clinique est très pertinente pour éclairer les futurs ECR, étant donné la rareté des ECR fondés sur la littérature sur l'ALI.

### 4.1 | Réponse ALI

Les résultats de l'étude suggèrent une diminution cliniquement significative de l'ALI au sein du groupe expérimental suite à l'application de la technique NDB. L'ampleur de l'effet était révélatrice d'un effet robuste sur la diminution de la charge allostatique induite par un facteur de stress social aigu. Toutes les améliorations n'ont pas été maintenues pendant la période de récupération (T3), lorsque les deux groupes étaient impliqués dans une tâche de contrôle de l'attention, comme l'écoute d'un livre audio. Cette découverte est cohérente avec la littérature étudiant les variations des biomarqueurs comprenant l'ALI influencées par les thérapies corps-esprit (D'Alessio et al. 2020). De plus, cette étude représente une contribution préliminaire concernant le potentiel des thérapies corps-esprit en général, et de l'intervention NDB en particulier, pour modérer la charge allostatique des individus après l'administration d'un stress aigu tel que le TSST. L'analyse des variations des biomarqueurs individuels comprenant l'ALI peut fournir un aperçu de la manière dont la technique NDB exerce son efficacité clinique.

### 4.2 | Réponse du SNA

À la fin de l'intervention (T2), les sujets randomisés dans le groupe expérimental présentaient des niveaux de RMSSD plus élevés au fil du temps et par rapport au groupe témoin. Comme indiqué dans la littérature, ce paramètre est un domaine temporel du VRC et peut servir d'indice fiable de l'activité parasympathique (Nunan, Sandercock et Brodie 2010). En effet, le VRC est défini comme un indice non invasif de l'activité du système nerveux autonome (Buccelletti et al. 2012) et est utilisé comme indicateur de la santé physique. Des niveaux plus élevés de VRC sont associés à des niveaux de stress plus faibles et à de meilleurs résultats en matière de santé (Gerritsen et Band 2018 ; Kaushik et al. 2006). Il a été prouvé que la technique NDB provoque efficacement une réponse parasympathique au niveau cardiaque, conformément à la littérature relative à d'autres thérapies corps-esprit (Amihai et Kozhevnikov 2015 ; Shearer et al. 2016 ; Tavares et al. 2017 ; You et al. 2022 ; Wells et coll. 2012).

Conformément à d'autres études, les thérapies basées sur le toucher physique peuvent conduire à une forte augmentation de l'activité vagale via la stimulation des récepteurs de pression dermiques et sous-cutanés, innervés par les fibres afférentes vagales, et par conséquent à une diminution de la FC (Field 2010). Par conséquent, le développement d'une intervention combinant DB profond et toucher physique, comme le protocole NDB, pourrait avoir une certaine pertinence clinique.

### 4.3 | Paramètres respiratoires

Les résultats concernant la variabilité de la fréquence cardiaque peuvent s'expliquer par l'observation de variations dans les schémas respiratoires des sujets. À

une réduction du BPM a été enregistrée dans le groupe expérimental lors de l'application de la procédure NDB, en association avec une augmentation significative des excursions abdominales par rapport au groupe témoin. La fréquence moyenne d'environ 6 BPM atteinte par les participants correspond aux études concernant la fréquence de résonance entre la fréquence respiratoire et la boucle baroréflexe (Lehrer et Gevirtz 2014 ; Vaschillo, Vaschillo et Lehrer 2006). Conformément à nos résultats, la respiration diaphragmatique à la fréquence de résonance augmente la stimulation du baroréflexe et de l'étirement pulmonaire, induisant une activité vagale cardiaque accrue (Shaffer et Meehan 2020 ; Tatschl et Schwerdtfeger 2022). L'application du protocole NDB vise à moduler la fréquence respiratoire et à faciliter les excursions diaphragmatiques avec l'aide de l'appui manuel du thérapeute. Comme prévu, pendant la période de récupération (T3), nous avons enregistré une réduction de l'amplitude des excursions abdominales dans le groupe expérimental, accompagnée d'une augmentation du BPM. Cependant, les valeurs de fréquence respiratoire enregistrées chez les sujets du groupe expérimental étaient inférieures à celles du groupe témoin, ce qui suggère une capacité potentielle à long terme du NDB à réguler le rythme respiratoire.

#### 4.4 | Cortisol

Suite à l'application de la technique NDB, nous avons constaté une réduction du cortisol salivaire chez les participants du groupe expérimental par rapport aux participants du groupe témoin. Pendant la période de récupération (T3), nous avons en outre observé une réduction du cortisol dans les deux groupes. Des niveaux élevés de cortisol sont profondément impliqués dans la pathogenèse de multiples maladies associées à une dérégulation de l'axe HPA (Furtado et Katzman 2015b ; Sap-olsky 2000). Les thérapies corps-esprit, via une augmentation du tonus vagal, peuvent contribuer à moduler le système neuroendocrinien, par exemple en réduisant la libération de cortisol (Kiran et al. 2017), la réponse d'éveil du cortisol (Cahn et al. 2017) et la réactivité du cortisol à un facteur de stress aigu (Creswell 2017).

De plus, certaines preuves suggèrent que l'administration d'un protocole de respiration lente à long terme peut entraîner une diminution de la concentration de cortisol salivaire (Ma et al. 2017 ; Perciavalle et al. 2017). L'utilisation du toucher physique dans la technique NDB pour induire des changements spécifiques dans les schémas respiratoires peut contribuer à la réduction du cortisol en provoquant une réponse vagotonique (Field 2010). Dans l'ensemble, les composants de la technique NDB en font une méthode non invasive utile pour réduire efficacement les niveaux de cortisol.

#### 4.5 | Cytokines

Suite à l'administration de la technique NDB, nous avons observé une diminution de la concentration salivaire d'IL-6 et de TNF- $\alpha$  dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin. De plus, nous avons observé une réduction plus importante, mais non statistiquement significative, des taux d'IL-1 $\beta$  dans le groupe expérimental par rapport au groupe témoin. Cependant, ces améliorations ne se sont pas maintenues pendant la période de récupération (T3). Enfin, aucune différence n'a été constatée entre les groupes ou au fil du temps dans les taux d'IL-10. Nos résultats sont conformes aux preuves antérieures soulignant les effets bénéfiques des thérapies corps-esprit sur les schémas inflammatoires (Morgan

et coll. 2014). Concernant la tendance non linéaire de l'IL-10, Twaal, Wahlquist et Balasubramanian (2016) ont trouvé des résultats similaires, suggérant l'activation d'une réponse immunitaire complexe qui module à la fois les voies de signalisation pro- et anti-inflammatoires (Cahn et al. 2017). De plus, la composante tactile physique de la technique NDB aurait pu contribuer à réduire les niveaux d'inflammation (Thomas et Kim 2021). Ainsi, il a été démontré que le protocole NDB produit un effet anti-inflammatoire par le biais de mécanismes potentiellement multiples : en modifiant les réponses neuronales avec un impact positif sur les interactions entre le cerveau et le système immunitaire (Dutcher et al. 2021) ; et en réduisant les profils d'expression génique pro-inflammatoires, tels que la voie du facteur nucléaire kappa B (NF- $\kappa$ B) (Buric et al. 2017), entraînant une diminution de la signalisation pro-inflammatoire (Bower et Irwin 2016).

#### 4.6 | Conductance cutanée et réponse à l'électromyogramme

Nous avons observé une tendance à la diminution du SCR au cours de l'intervention dans les deux groupes. À cet égard, la littérature n'est pas univoque. Plusieurs études n'ont souligné aucune différence de SCR après l'application de thérapies corps-esprit, par rapport aux témoins (Rauschel et al. 2015) ou ont mis en évidence une augmentation de la réponse SC lors de certaines typologies de pratiques de méditation (Busch et al. 2012 ; Amihai et Kozhevnikov 2015), en particulier ceux qui nécessitent une attention active discrète. Cependant, une réduction plus faible de la réponse SC dans le groupe expérimental pourrait être interprétée comme une réaction au toucher physique, qui s'est avéré capable d'augmenter la SC (Etzi, Carta et Gallace 2018). Des recherches supplémentaires devraient être menées pour évaluer les effets du NDB sur la réponse SC, en vérifiant comment cette variable pourrait changer après plusieurs applications du protocole NDB.

Aucune différence n'a été enregistrée dans l'activité électromyographique du muscle trapèze entre les deux groupes et dans le temps. Les facteurs de stress psychosociaux pourraient produire une activation musculaire de petites unités motrices, déterminant une tension musculaire constante de bas niveau tout en réduisant la possibilité pour les muscles de prendre des moments de repos périodiques (Melin et Lundberg 1997), avec des effets néfastes sur l'homéostasie du système ostéomusculaire (Schleifer et al. 2008). Bien que les thérapies corps-esprit puissent être utilisées pour induire une relaxation musculaire (Kaushik et al. 2006), nous pourrions émettre l'hypothèse que la petite variation de l'état de tension musculaire pourrait être due au changement de position (assis à couché) pendant l'intervalle entre le corps et l'esprit. phase d'intervention.

#### 4.7 | Réponse psychologique

Le groupe expérimental et le groupe témoin ont connu une diminution de l'anxiété perçue et des niveaux de stress subjectif à T2, sans différences significatives entre les groupes. Conformément aux études précédentes, la technique NDB s'est avérée efficace pour réduire l'anxiété (Chang et al. 2004 ; Ma et al. 2017) et les niveaux de stress (Goldstein, Lewin et Allen 2020), mais nous devons considérer que l'évaluation subjective perception d'un état de

le bien-être pourrait ne pas être cohérent avec les paramètres neurobiologiques associés.

## 5 | Conclusions

Au meilleur de nos connaissances, il s'agit du premier ECR visant à étudier la faisabilité d'une étude examinant les effets neurobiologiques et neuroinflammatoires d'une seule séance de technique NDB après l'application d'un protocole de stress structuré. L'un des points forts de l'étude réside dans l'utilisation de l'ALI et du cadre méthodologique robuste. La procédure NDB, combinant DB et toucher physique, a déterminé une vagotonie robuste, comme le met en évidence l'analyse des domaines linéaires et non linéaires du HRV.

De plus, nos résultats suggèrent que l'application de la technique NDB pourrait avoir un effet sur la réduction des niveaux de cortisol salivaire et des marqueurs d'inflammation, tels que l'IL-6 et le TNF- $\alpha$ , après une induction de stress. Ce résultat met en évidence un impact clinique potentiel du protocole NDB en tant que traitement anti-inflammatoire adjuvant. La limite que nous avons rencontrée à prendre en compte quant à la faisabilité de cette étude concernait certaines difficultés de recrutement. Ceux-ci étaient en partie dus à la pandémie de SRAS-CoV-2 et en partie à la rigueur des critères d'inclusion. De plus, nous reconnaissons que le manque de contact physique dans le groupe témoin peut constituer une limitation à cette conception d'étude. On sait que le toucher physique modifie les réponses physiologiques, y compris les réponses au stress, ce qui peut perturber nos résultats. Étant donné que l'intervention NDB implique plusieurs éléments, notamment le toucher physique, la respiration synchronisée et la relation avec le thérapeute, il est impossible de déterminer lequel de ces éléments a le plus contribué aux effets observés. Par conséquent, il est important de reconnaître que les effets que nous avons observés peuvent résulter de l'un ou d'une combinaison de ces composants. Les études futures devraient viser à différencier les effets spécifiques de la respiration profonde de ceux du toucher physique. Nous fournissons également des preuves initiales de l'efficacité potentielle de l'intervention NDB dans la réduction des réponses au stress, qu'il est important d'examiner dans le cadre d'ECR plus vastes et plus complets. Ceux-ci devraient inclure un groupe témoin fictif ou d'autres méthodes pour contrôler l'effet confondant potentiel du contact physique et pour étudier systématiquement les effets individuels de chaque composant du NDB. Cela fournira une compréhension plus complète des mécanismes potentiels sous-jacents aux effets observés et augmentera la confiance dans l'efficacité du NDB en tant qu'intervention pour réduire le stress. De plus, pour atténuer les effets circadiens, nous avons veillé à ce que les participants des groupes expérimental et témoin soient répartis uniformément entre les séances du matin (8h30-10h30) et de midi (11h00-13h00). Bien que nous nous soyons concentrés sur les changements relatifs du cortisol plutôt que sur les valeurs absolues, nous reconnaissons que les études futures pourraient bénéficier de l'utilisation d'une fenêtre de test plus étroite.

Les futures études devraient évaluer les effets du protocole NDB en tant que technique non invasive dans différentes conditions cliniques, telles que les maladies psychiatriques, cardiorespiratoires et les troubles liés à une dérégulation de l'axe HPA ou à une condition LGCI. Dans une perspective plus large, elle pourrait être appliquée comme procédure non invasive pour améliorer et maintenir le bien-être psychophysique.

En conclusion, cet ECR a fourni des preuves de la faisabilité d'une étude examinant l'efficacité d'une seule séance de technique NDB pour réduire la charge allostatique des participants mesurée via ALI.

### Contributions des auteurs

Giuseppe Maniaci : conceptualisation, enquête, méthodologie, conservation des données, analyse formelle, rédaction – ébauche originale, rédaction – révision et édition. Marco Daino : enquête, conservation des données, analyse formelle, rédaction – ébauche originale, rédaction – révision et édition. Maria Iapichino : enquête, conservation des données, ressources. Alessandra Giammanco : enquête, ressources. Calogero Taormina : enquête, ressources. Giuseppina Bonura : enquête, ressources. Zaira Sardella : investissements, ressources. Giuseppe Carolla : enquête, ressources. Patri-zia Cammareri : enquête, ressources. Emanuele Sberna : enquête, ressources. Maria Francesca Clesi : enquête, ressources. Laura Ferraro : ressources, rédaction-révision et édition. Caterina Maria Gambino : enquête, ressources. Marcello Ciaccio : enquêtes, ressources. Luciano Rispoli : conceptualisation, méthodologie, rédaction-révision et édition. Caterina La Cascia : rédaction – ébauche originale, rédaction – révision et édition. Daniele La Barbera : supervision, rédaction – révision et édition. Diego Quattrone : rédaction-révision & édition, administration du projet, supervision.

### Remerciements

Cette recherche a été menée à l'Université de Palerme. Nous remercions les thérapeutes du « Centro Studi di Psicoterapia NeoFunczionale » de Palerme, en particulier Elisa Taormina, pour son travail exceptionnel dans la réalisation du protocole de psychothérapie, et Federica Catalfamo et Elena Maria Fusco, respectivement MSc en psychologie et MD, pour les contributions passionnées apportées à l'étude au cours de leur thèse de fin d'études.

Publication en libre accès facilitée par l'Université de Palerme, dans le cadre de l'accord Wiley-CRUI-CARE.

### Déclaration d'éthique

L'approbation éthique pour mener l'étude principale a été approuvée par le comité d'examen éthique de l'AOUP 'P. Giaccone', Palerme, Italie. N° 06/ 2019), et a été réalisée conformément à la Déclaration des principes d'Hel-sinki.

### Consentement

Tous les participants ont fourni un consentement éclairé écrit.

### Conflits d'intérêts

Luciano Rispoli est actuellement fondateur et directeur du néofonctionnalisme et de l'École européenne de psychothérapie fonctionnelle (SEF), Naples, Italie. Tous les autres Auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

### Déclaration de disponibilité des données

Les données de recherche sont disponibles sur demande auprès du premier auteur.

### Références

Amihai, I. et M. Kozhevnikov. 2015. «L'influence des traditions de méditation bouddhistes sur le système autonome et l'attention.» *Bio-Med Research International* 2015 : 1–13. <https://doi.org/10.1155/2015/731579>.

- Beckie, T. M. 2012. « Une revue systématique de la charge allostatique, de la santé et des disparités en matière de santé. » *Recherche biologique pour les soins infirmiers* 14, non. 4 : 311-346. <https://doi.org/10.1177/109980041245568>.
- Bennett, R.I., H. Egan, A. Cook et M. Mantzios. 2018. « La pleine conscience comme intervention pour rappeler des informations d'un cours magistral comme mesure de la performance académique dans l'enseignement supérieur. » *L'enseignement supérieur pour l'avenir* 5, non. 1: 75-88. <https://doi.org/10.1177/2347631117738649>.
- Birkett, M.A. 2011. « Le protocole de test de stress social de Trèves pour induire un stress psychologique. » *Journal d'expériences visualisées* 56 : 3238. <https://doi.org/10.3791/3238>.
- Borhardt, AR et PM Zoccola. 2018. « Récupération du stress : un examen expérimental de la méditation d'attention ciblée en novembre. » *Journal de médecine comportementale* 41, non. 6 : 836-849. <https://doi.org/10.1007/s1086501899329>.
- Bower, J.E. et M.R. Irwin. 2016. « Thérapies corps-esprit et contrôle de la biologie inflammatoire : une revue descriptive. » *Cerveau, comportement et immunité* 51 : 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.06.012>.
- Buccelletti, F., MG Bocci, E. Gilardi et al. 2012. « Indices de variabilité de la fréquence cardiaque linéaire et non linéaire dans la pratique clinique ». *Méthodes informatiques et mathématiques en médecine* 2012 : 1-5. <https://doi.org/10.1155/2012/219080>.
- Buric, I., M. Farias, J. Jong, C. Mee et I. A. Brazil. 2017. « Quelle est la signature moléculaire des interventions corps-esprit ? Un examen systématique des changements d'expression génétique induits par la méditation et les pratiques associées. *Frontières en immunologie* 8 : 670. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2017.00670>.
- Busch, V., W. Magerl, U. Kern, J. Haas, G. Hajak et P. Eichhammer. 2012. « L'effet de la respiration profonde et lente sur la perception de la douleur, l'activité autonome et le traitement de l'humeur - Une étude expérimentale. » *Médecine de la douleur* 13, non. 2 : 215-228. <https://doi.org/10.1111/j.15264637.2011.01243.x>.
- Cahn, B.R., M.S. Goodman, C.T. Peterson, R. Maturi et P.J. Mills. 2017. "Yoga, méditation et santé corps-esprit : augmentation du BDNF, réponse d'éveil du cortisol et modification de l'expression des marqueurs inflammatoires après une retraite de yoga et de méditation de 3 mois." *Frontières des neurosciences humaines* 11 : 315. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00315>.
- Chang, V.Y., O. Palesh, R. Caldwell et al. 2004. « Les effets d'un programme de réduction du stress basé sur la pleine conscience sur le stress, l'auto-efficacité de la pleine conscience et les états d'esprit positifs. » *Stress et santé* 20, non. 3 : 141-147. <https://doi.org/10.1002/smi.1011>.
- Combatalade, DC 2010. « Bases de la variabilité de la fréquence cardiaque – appliquées à la physiologie. » *Technologie de la pensée* 953 : 1-36.
- Creswell, J.D. 2017. « Interventions de pleine conscience ». *Revue annuelle de psychologie* 68, non. 1: 491-516. <https://doi.org/10.1146/annurevpsych.042716051139>.
- D'Alessio, L., GP Korman, M. Sarudiansky et al. 2020. « Réduire la charge allostatique dans les troubles dépressifs et anxieux : activité physique et pratique du yoga comme thérapies complémentaires. » *Frontières en psychiatrie* 11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00501>.
- Di Nuovo, S. et L. Rispoli. 2011. *L'analyse fonctionnelle du stress. De la clinique à la psychologie appliquée*. Milan : FrancoAngeli.
- Di Nuovo, S., L. Rispoli et E. Genta. 2011. *Mesurer le stress. Le test MSP et autres outils d'évaluation intégrée*. Milan : FrancoAngeli.
- Idem, B., M. Eclache et N. Goldman. 2006. « Effets autonomes et cardiovasculaires à court terme de la méditation par scanner corporel de pleine conscience. » *Annales de médecine comportementale* 32, non. 3 : 227-234. [https://doi.org/10.1207/s15324796abm3203\\_9](https://doi.org/10.1207/s15324796abm3203_9).
- Dutcher, J.M., C.C. Boyle, N.I. Eisenberger, S.W. Cole et J.E. Bower. 2021. « Réponses neuronales à la menace et à la récompense et modifications de l'inflammation suite à une intervention de pleine conscience. » *Psychoneuroendocrinology* 125 : 105114. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2020.105114>.
- Etzi, R., C. Carta et A. Gallace. 2018. « Caresser et tapoter la peau : effets comportementaux et électrodermiques ». *Recherche expérimentale sur le cerveau* 236, non. 2 : 453-461. <https://doi.org/10.1007/s0022101751439>.
- Fall, T., H. Vailet et D. Sauce. 2018. « Impact du stress sur les compartiments du système immunitaire âgé : aperçu des données fondamentales aux données cliniques. » *Gérontologie expérimentale* 105 : 19-26. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.02.007>.
- Field, T. 2010. « Le toucher pour le bien-être socio-émotionnel et physique : une revue. » *Examen du développement* 30, non. 4 : 367-383. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2011.01.001>.
- Premièrement, M. B., J. B. W. Williams, L. S. Benjamin et R. L. Spitzer. 2016. *Entretien clinique structuré pour le trouble de la personnalité DSM-5 (SCID-5 PD)*. Washington, DC : Association américaine de psychiatrie.
- Premièrement, M. B., J. B. W. Williams, R. S. Karg et R. L. Spitzer. 2016. *Entretien clinique structuré pour les troubles du DSM-5, version clinicien (SCID-5 CV)*. Washington, DC : Association américaine de psychiatrie.
- Furtado, M. et M.A. Katzman. 2015a. « Voies neuroinflammatoires dans l'anxiété, le stress post-traumatique et les troubles obsessionnels compulsifs. » *Recherche en psychiatrie* 229, non. 12 : 37-48. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.05.036>.
- Furtado, M. et M.A. Katzman. 2015b. « Examiner le rôle de la neuro-inflammation dans la dépression majeure. » *Recherche en psychiatrie* 229, non. 1-2 : 27-36. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2015.06.009>.
- Gerritsen, RJS et GPHBand. 2018. « Souffle de vie : le modèle de stimulation respiratoire vagale de l'activité contemplative. » *Frontières des neurosciences humaines* 12 : 397. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00397>.
- Goebel, MU, PJ Mills, MR Irwin et MG Ziegler. 2000. « Production d'interleukine-6 et de facteur de nécrose tumorale- $\alpha$  après un stress psychologique aigu, un exercice et une infusion d'isoprétérénol : effets différentiels et voies. » *Médecine psychosomatique* 62, non. 4 : 591-598. <https://doi.org/10.1097/00006842.20000700000019>.
- Goldstein, M.R., R.K. Lewin et J.J.B. Allen. 2020. « Améliorations du bien-être et des paramètres cardiaques du stress suite à un atelier de respiration yogique : essai contrôlé randomisé avec comparaison active. » *Journal de l'American College Health* 70, non. 3 : 918-928. <https://doi.org/10.1080/07448481.2020.1781867>.
- Harriss, DJ, G. Atkinson, A. Batterham et al. 2009. « Facteurs liés au mode de vie et risque de cancer colorectal (2) : examen systématique et métaanalyse des associations avec l'activité physique pendant les loisirs. » *Maladie colo-rectale* 11, non. 7 : 689-701. <https://doi.org/10.1111/J.14631318.2009.01767.X>.
- Lui, F. J., C. A. Nowson et G. A. MacGregor. 2006. « Consommation de fruits et légumes et accident vasculaire cérébral : métaanalyse des études de cohorte ». *Lancette* 367, non. 9507 : 320-326. [https://doi.org/10.1016/S01406736\(06\)680690](https://doi.org/10.1016/S01406736(06)680690).
- Hickson, D.A., A.V. Diez Roux, S.Y. Gebreab et al. 2012. « Modélisation sociale du risque biologique cumulatif en fonction de l'éducation et du revenu chez les Afro-Américains. » *Journal américain de santé publique* 102, non. 7 : 1362-1369. <https://doi.org/10.2105/ajph.2011.300444>.
- Hopper, S.I., S.L. Murray, L.R. Ferrara et J.K. Singleton. 2018. « Efficacité de la respiration diaphragmatique sur le stress physiologique et psychologique chez les adultes : un protocole d'examen systématique quantitatif. » *Base de données JBI des examens systématiques et des rapports de mise en œuvre* 16, no. 6 : 1367-1372. <https://doi.org/10.1112/JBISRI2017003477>.
- Janet, MKS et DPM Gowri. 2017. « Efficacité des exercices de respiration profonde sur la tension artérielle chez les patients souffrant d'hypertension ». *Journal international des sciences pharmaceutiques et biologiques* 8, non. 1 : B256-B260. <https://doi.org/10.22376/IJPBS.2017.8.1.B256260>.
- Joshi, A., R. Kiran, HK Singla et A.N. Sah. 2016. « Gestion du stress grâce à la régulation de la tension artérielle chez les étudiants universitaires. » *Travail* 54, non. 3 : 745-752. <https://doi.org/10.3233/WOR162308>.
- Juster, R.P. et B. Misiak. 2023. « Avancement du modèle de charge allostatique : de la théorie à la thérapie. » *Psychoneuroendocrinologie* 154

- (Août) : 106289. Publication en ligne le 5 mai 2023. PMID : 37202225. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2023.106289> .
- Kaushik, R.M., R. Kaushik, S.K. Mahajan et V. Rajesh. 2006. « Effets de la relaxation mentale et de la respiration lente dans l'hypertension essentielle ». *Thérapies complémentaires en médecine* 14, non. 2 : 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2005.11.007> .
- Kemeny, M.E. et M. Schedlowski. 2007. « Comprendre l'interaction entre le stress psychosocial et les maladies d'origine immunitaire : une progression par étapes. » *Cerveau, comportement et immunité* 21, non. 8 : 1009-1018. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.07.010> .
- Kiecolt-Glaser, J.K., L. Christian, H. Preston et al. 2010. « Stress, inflammation et pratique du yoga ». *Médecine psychosomatique* 72, non. 2 : 113-121. <https://doi.org/10.1097/PSY.0b013e3181cb9377> .
- Kiran, U., S. Ladha, N. Makhija et al. 2017. « Le rôle de la méditation Rajyoga pour la modulation de l'anxiété et du cortisol sérique chez les patients subissant un pontage aorto-coronarien : une étude prospective de contrôle randomisée. » *Annales de l'anesthésie cardiaque* 20, non. 2 : 158-162. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_32\\_17](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_32_17) .
- Kirschbaum, C. et D.H. Hellhammer. 1994. « Cortisol salivaire dans la recherche psychoneuroendocrinienne : développements récents et applications ». *Psychoneuroendocrinologie* 19, non. 4 : 313-333. [https://doi.org/10.1016/03064530\(94\)900132](https://doi.org/10.1016/03064530(94)900132) .
- Kromenacker, B.W., A.A. Sanova, F.I. Marcus, J.J.B. Allen et R.D. Voie. 2018. « Médiation vagale de la variabilité de la fréquence cardiaque à basse fréquence pendant la respiration yogique lente ». *Médecine psychosomatique* 80, non. 6 : 581-587. <https://doi.org/10.1097/PSY.0000000000000603> .
- La Cascia, C., G. Maniaci, A. Palumbo et al. 2019. « Modes de vie sains et réussite scolaire chez un échantillon d'étudiants universitaires italiens ». *Psychologie actuelle* 40, non. 10h5115-5123. <https://doi.org/10.1007/S1214401900401Y> .
- Langelaan, S., A.B. Bakker, W.B. Schaufeli, W. van Rhenen et L.J. van Doornen. 2007. « L'épuisement professionnel est-il lié à la charge allostatique ? » *Journal international de médecine comportementale* 14, non. 4 : 213-221. <https://doi.org/10.1007/bf03002995> .
- Lehrer, P.M. et R. Gevirtz. 2014. « Biofeedback sur la variabilité de la fréquence cardiaque : comment et pourquoi ça marche ? » *Frontières en psychologie* 5 : 756. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756> .
- Ma, X., Z.Q. Yue, Z.Q. Gong et al. 2017. « L'effet de la respiration diaphragmatique sur l'attention, les effets négatifs et le stress chez les adultes en bonne santé. » *Frontières en psychologie* 8 : 874. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00874> .
- Maes, M., C. Song, A. Lin et al. 1998. « Les effets du stress psychologique sur les humains : production accrue de cytokines pro-inflammatoires et réponse de type Th1 dans l'anxiété induite par le stress ». *Cytokine* 10, non. 4 : 313-318. <https://doi.org/10.1006/cyto.1997.0290> .
- Maniaci, G., A. E. Goudriaan, C. Cannizzaro et R. J. van Holst. 2018. « Impulsivité et réponse au stress chez les joueurs pathologiques lors du test de stress social de Trèves. » *Journal d'études sur le jeu* 34, non. 1:147-160. <https://doi.org/10.1007/s1089901796853> .
- Maniaci, G., C. La Cascia, A. Giammanco et al. 2020. « Efficacité d'un régime imitant le jeûne dans la thérapie fonctionnelle de la dépression : un essai pilote contrôlé randomisé. » *Journal de psychologie clinique* 76, non. 10 : 1807-1817. <https://doi.org/10.1002/jclp.22971> .
- Maniaci, G., C. La Cascia, A. Giammanco et al. 2021. « L'impact des modes de vie sains sur la réussite scolaire des adolescents italiens ». *Psychologie actuelle* 42, non. 6 : 5055-5061. <https://doi.org/10.1007/s1214402101614w> .
- Mauss, D., J. Li, B. Schmidt, P. Angerer et M.N. Jarczok. 2015. « Mesurer la charge allostatique au sein de la main-d'œuvre : une revue systématique. » *Santé industrielle* 53, non. 1:5-20. <https://doi.org/10.2486/inhealth.20140122> .
- McCambridge, J., J. Witton et D.R. Elbourne. 2014. « Examen systématique de l'effet Hawthorne : de nouveaux concepts sont nécessaires pour étudier
- Effets de la participation à la recherche. *Journal d'épidémiologie clinique* 67, non. 3 : 267-277. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.08.015> .
- McEwen, B.S. et T. Seeman. 1999. « Effets protecteurs et dommageables des médiateurs du stress : élaboration et test des concepts d'allo-stasis et de charge allostatique. » *Annales de l'Académie des sciences de New York* 896, non. 13h30-47. <https://doi.org/10.1111/j.17496632.1999.tb08103.x> .
- McEwen, B.S. et E. Stellar. 1993. « Le stress et l'individu : les mécanismes menant à la maladie. » *Archives de médecine interne* 153, non. 18 : 2093-2101. <https://doi.org/10.1001/archinte.1993.00410180039004> .
- Melin, B. et U. Lundberg. 1997. « Une approche biopsychosociale du stress au travail et des troubles musculo-squelettiques. » *Journal de psychophysologie* 11, non. 3 : 238-247. <https://psycnet.apa.org/record/199739103004> .
- Mintzer, J., K.A. Donovan, A.Z. Kindy, S.L. Lock, L.R. Chura et N. Barracca. 2019. « Choix de mode de vie et santé cérébrale ». *Frontières de la médecine* 6 : 204. <https://doi.org/10.3389/fmed.2019.00204> .
- Morey, J.N., I.A. Boggero, A.B. Scott et S.C. Segerstrom. 2015. « Orientations actuelles en matière de stress et de fonction immunitaire humaine ». *Opinion actuelle en psychologie* 5 : 13-17. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2015.03.007> .
- Morgan, N., M.R. Irwin, M. Chung et C. Wang. 2014. « Les effets des thérapies corps-esprit sur le système immunitaire : méta-analyse ». *PLoS Un* 9, non. 7 : e100903. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100903> .
- Nunan, D., G.R.H. Sandercock et D.A. Brodie. 2010. « Une revue systématique quantitative des valeurs normales pour la variabilité de la fréquence cardiaque à court terme chez les adultes en bonne santé. » *Stimulation et électrophysiologie clinique* 33, non. 11 : 1407-1417. <https://doi.org/10.1111/j.15408159.2010.02841.x> .
- Perciavalle, V., M. Blandini, P. Fecarotta et al. 2017. « Le rôle de la respiration profonde sur le stress ». *Sciences neurologiques* 38, non. 3 : 451-458. <https://doi.org/10.1007/s1007201627908> .
- Picard, M., R.P. Juster et B.S. McEwen. 2014. « La charge allostatique mitochondriale remet le « Gluc » dans les glucocorticoïdes. » *Nature Reviews Endocrinologie* 10, non. 5 : 303-310. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2014.22> .
- Rauschel, V., A. Straube, F. Süß et R. Ruscheweyh. 2015. « Réactivité du système nerveux autonome pendant la respiration rythmée et le stress mental chez les patients migraineux. » *Journal des maux de tête et de la douleur* 16, non. 1 : 82. <https://doi.org/10.1186/s1019401505678> .
- Rispoli, L. 2004. *Expériences de base et développement du Soi*. Milan : FrancoAngeli.
- Rispoli, L. et P. De Vita. 2016. *Intervention anti-stress : Recueil théorique et pratique sur la méthodologie fonctionnelle anti-stress*. Caroline du Sud : plateforme de publication indépendante CreateSpace. ISBN10 : 1539787354 / ISBN13 : 9781539787358
- Rohleder, N. 2019. « Stress et inflammation – La nécessité de combler l'écart dans la transition entre les effets du stress aigu et chronique. » *Psycho-neuroendocrinologie* 105 : 164-171. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2019.02.021> .
- Russell, G. et S. Lightman. 2019. « La réponse humaine au stress ». *Nature Reviews Endocrinologie* 15, non. 9 : 525-534. <https://doi.org/10.1038/s4157401902280> .
- Sapolsky, R.M. 2000. « Hormones de stress : bonnes et mauvaises ». *Neurobiologie de la maladie* 7, non. 5 : 540-542. <https://doi.org/10.1006/nbdi.2000.0350> .
- Sapolsky, R.M., L.M. Romero et A.U. Munck. 2000. « Comment les glucocorticoïdes influencent-ils les réponses au stress ? Intégrer des actions permissives, répressives, stimulantes et préparatoires. Examens endocriniens 21, non. 1:55-89. <https://doi.org/10.1210/er.21.1.55> .
- Sattelmair, J., J. Pertman, E. L. Ding, H. W. Kohl, W. Haskell et I. M. Lee. 2011. « Doseréponse entre l'activité physique et le risque de maladie coronarienne : une méta-analyse. » *Circulation* 124, non. 7 : 789-795. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.010710> .
- Schäfer, A. et J. Vagedes. 2013. « Quelle est la précision de la variabilité de la fréquence du pouls en tant qu'estimation de la variabilité de la fréquence cardiaque ? Une revue des études comparant la technologie photopléthmographique avec un électrocardiogramme.

- Journal international de cardiologie 166, non. 1:15-29. <https://doi.org/10.1016/j.jicard.2012.03.119>.
- Schleifer, L.M., T.W. Spalding, S.E. Kerick, J.R. Cram, R. Ley et B.D. 2008. « Stress mental et activation des muscles trapèzes sous défi psychomoteur : focus sur les lacunes EMG pendant le travail sur ordinateur. » *Psychophysiology* 45, non. 3 : 356-365. <https://doi.org/10.1111/j.14698986.2008.00645.x>.
- Seeman, TE, BH Singer, JW Rowe, RI Horwitz et BS McEwen. 1997. « Prix de l'adaptation — Charge allostatique et ses conséquences sur la santé : études MacArthur sur le vieillissement réussi ». *Archives de médecine interne* 157, non. 19 : 2259-2268. <https://doi.org/10.1001/archinte.1997.00440400111013>.
- Segerstrom, S.C. et G.E. Miller. 2004. « Le stress psychologique et le système immunitaire humain : une étude métaanalytique de 30 ans d'enquête. » *Bulletin psychologique* 130, non. 4:601-630. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.601>.
- Selye, H. 1998. « Un syndrome produit par divers agents nocifs ». *Journal de neuropsychiatrie et de neurosciences cliniques* 10, non. 2 : 230-231. <https://doi.org/10.1176/JNP.10.2.230A>.
- Shaffer, F. et J.P. Ginsberg. 2017. « Un aperçu des mesures et des normes de variabilité de la fréquence cardiaque. » *Frontières de la santé publique* 5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>.
- Shaffer, F. et Z.M. Meehan. 2020. « Un guide pratique sur l'évaluation de la fréquence de résonance pour le biofeedback de la variabilité de la fréquence cardiaque. » *Frontières en neurosciences* 14. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.570400>.
- Shearer, A., M. Hunt, M. Chowdhury et L. Nicol. 2016. « Effets d'une brève intervention de méditation de pleine conscience sur le stress et le cœur des étudiants Variabilité des taux. *Journal international de gestion du stress* 23, non. 2 : 232-254. <https://doi.org/10.1037/a0039814>.
- Slavish, D.C., J.E. Graham-Engeland, J.M. Smyth et C.G. Engeland. 2015. « Marqueurs salivaires de l'inflammation en réponse au stress aigu ». *Cerveau, comportement et immunité* 44 : 253-269. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2014.08.008>.
- Spielberger, C.D., R.L. Gorsuch, R. Lushene, P.R. Vagg et G.A. Jacobs. 1983. *Manuel pour l'inventaire d'anxiété des traits d'état*. Palo Alto, Californie : Presse de psychologues consultants.
- Steptoe, A., M. Hamer et Y. Chida. 2007. « Les effets du stress psychologique aigu sur les facteurs inflammatoires circulants chez l'homme : revue et métaanalyse. » *Cerveau, comportement et immunité* 21, non. 7 : 901-912. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2007.03.011>.
- Tanner, B. A. 2012. « Validité des SUDS physiques et émotionnels globaux ». *Psychophysiology appliquée et biofeedback* 37, non. 1:31-34. <https://doi.org/10.1007/s10484-0119174x>.
- Tarvainen, M.P., J.P. Niskanen, J.A. Lipponen, P.O. Rantaaho et P.A. Karjalainen. 2014. « Kubios HRV – Logiciel d'analyse de la variabilité de la fréquence cardiaque. » *Méthodes et programmes informatiques en biomédecine* 113, non. 1:210-220. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>.
- Tatschl, J.M. et A.R. Schwerdtfeger. 2022. « Pressez le rythme : amélioration de l'activité cardiaque vagale pendant la respiration par résonance via un recrutement cohérent du plancher pelvien. » *Psychophysiology* 59, non. 12. <https://doi.org/10.1111/psyp.14129>.
- Tavares, BS, G. de Paula Vidigal, DM Gamer, RD Raimundo, LC de Abreu et VE Valenti. 2017. « Effets des exercices respiratoires guidés sur le comportement complexe de la dynamique de la fréquence cardiaque ». *Physiologie clinique et imagerie fonctionnelle* 37, non. 6 : 622-629. <https://doi.org/10.1111/cpf.12347>.
- Teruhisa, U., H. Ryoji, I. Taisuke, S. Tatsuya, M. Fumihiro et S. Tatsuo. 1981. « Utilisation de la salive pour surveiller les niveaux de cortisol libre non lié dans le sérum. » *Clinica Chimica Acta* 110, non. 2-3 : 245-253. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(81\)903533](https://doi.org/10.1016/0009-8981(81)903533).
- Thomas, P.A. et S. Kim. 2021. « Contact perdu ? Implications du toucher physique pour la santé physique. *Journaux de gérontologie : série B* 76, non. 3 : e111 à e115. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa134>.
- Tung, Y. H. et J. C. Hsieh. 2019. « Les impacts de la pleine conscience sur la variabilité de la fréquence cardiaque : un bref examen. » *Journal international de médecine pharmaceutique et des sciences biologiques* 8, non. 4 : 132-137. <https://doi.org/10.18178/ijpmb.8.4.132137>.
- Twal, WO, AE Wahlquist et S. Balasubramanian. 2016. «La respiration yogique, comparée au contrôle de l'attention, réduit les niveaux de biomarqueurs pro-inflammatoires dans la salive : un essai pilote randomisé contrôlé. » *BMC Médecine complémentaire et alternative* 16, non. 1 : 294. <https://doi.org/10.1186/s1290601612867>.
- Vaschillo, E.G., B. Vaschillo et P.M. Lehrer. 2006. « Caractéristiques de la résonance dans la variabilité de la fréquence cardiaque stimulée par le biofeedback. » *Psychophysiology appliquée et biofeedback* 31, non. 2 : 129-142. <https://doi.org/10.1007/s1048400690093>.
- Velten, J., KL Lavalée, S. Scholten et al. 2014. « Choix de mode de vie et santé mentale : une enquête auprès de la population représentative ». *BMC Psychologie* 2, non. 1 : 58. <https://doi.org/10.1186/s403590140055y>.
- Vitlic, A., J.M. Lord et A.C. Phillips. 2014. « Le stress, le vieillissement et leur influence sur les aspects fonctionnels, cellulaires et moléculaires du système immunitaire. » 36 ans, non. 3 : 1169-1185. <https://doi.org/10.1007/s1135701496316>.
- Vrachatis, D., TG Papaioannou, A. Konstantopoulou et al. 2014. « Effet de la position couchée par rapport à la position assise sur l'évaluation non invasive de la forme d'onde de la pression aortique : une étude croisée randomisée. » *Journal de l'hypertension humaine* 28, non. 4 : 236-241. <https://doi.org/10.1038/jhh.2013.101>.
- Wells, R., T. Outhred, J.A.J. Heathers, D.S. Quintana et A.H. Kemp. 2012. « Matter Over Mind : Un essai contrôlé randomisé de formation par biofeedback en une seule séance sur l'anxiété liée à la performance et la variabilité de la fréquence cardiaque chez les musiciens. » *PLoS One* 7, non. 10 : e46597. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046597>.
- Widom, CS, J. Horan et L. Brzustowicz. 2015. « La maltraitance durant l'enfance prédit la charge allostatique à l'âge adulte. » *Maltraitance et négligence envers les enfants* 47 : 59-69. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2015.01.016>.
- Vous, M., S. Laborde, C. Salvotti, N. Zammit, E. Mosley et F. Dosseville. 2022. « Influence d'une seule séance de respiration lente sur l'activité cardiaque vagale chez les athlètes. » *Revue internationale sur la santé mentale et la toxicomanie* 20, non. 3 : 1632-1644. <https://doi.org/10.1007/s1146902000467x>.

#### Informations complémentaires

Des informations complémentaires supplémentaires peuvent être trouvées en ligne dans la section Informations complémentaires.