

**La Réalité Virtuelle (RV) immersive pour agir sur
la kinésiophobie chez les patients souffrants de
cervicalgies chroniques : une revue
systématique et méta-analyse.**

Travail de Bachelor

Adrien CHECHIN

N° matricule : 20870002

Valentin LEVY

N° matricule : 18318766

Directeur/Directrice : Thomas POURCHET – assistant HES

Juin, 2023

Filière Physiothérapie
Haute école de santé de Genève

Déclaration

Ce travail de Bachelor a été réalisé en vue de l'obtention du titre de *Bachelor of Science HES-SO en Physiothérapie*. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans ce travail, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité des auteurs, ni celle du directeur ou de la directrice du travail de Bachelor, du jury et de la HEdS-GE.

Nous attestons avoir réalisé seuls le présent travail sans avoir plagié ou utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie.

Fait à Genève le 8 juin 2023

Adrien CHECHIN



Valentin LEVY



Remerciements

Nous adressons ces remerciements aux personnes ayant permis l'aboutissement de ce travail de Bachelor. Nous les remercions grandement et leurs exprimons une immense gratitude pour leur temps, leurs conseils et leur soutien tout au long de ce projet.

M. Thomas POURCHET, Assistant à la Haute École de Santé de Genève et directeur de notre travail de Bachelor, pour son aide, son investissement et sa disponibilité. Ses conseils ont été d'une grande aide pour réaliser notre travail.

M. Pierre NICOLO, Maître d'enseignement à la Haute École de Santé de Genève, pour ses conseils concernant l'analyse statistique et l'analyse de données, qui nous ont été d'une grande valeur.

Nos Maîtres d'enseignement et Assistants de la Haute École de Santé de Genève, pour leur disponibilité pour répondre à nos questionnements. Leurs conseils et avis ont été d'une aide précieuse.

M. Jean-David Sandoz, Bibliothécaire-documentaliste à la Haute École de Santé de Genève, pour son aide pour la recherche, l'accès aux différents articles scientifiques et ses conseils.

Nos familles et amis pour leur soutien, leurs conseils et leur aide fournie à la relecture.

Notre binôme respectif pour le soutien sans faille et l'investissement apporté durant l'ensemble de ce travail de longue haleine.

Résumé

Introduction : Considérées comme le troisième trouble musculosquelettique le plus courant dans la population, les cervicalgies ont des impacts socio-économiques considérables chez les personnes atteintes. Une partie de ces dernières présentera un passage vers la chronicité. Il est courant que les sujets atteints de cervicalgies chroniques présentent de la kinésiophobie, entraînant une incapacité fonctionnelle. Les traitements de ces deux affections sont multiples, et la Réalité Virtuelle (RV) immersive semble être une piste prometteuse et a montré des avantages dans le traitement de pathologies musculo-squelettiques, comme la lombalgie.

Objectif : Comparer les effets d'un traitement de RV immersive sur la kinésiophobie à ceux d'un traitement d'exercices actifs.

Méthode : Quatre bases de données ont été consultées pour la recherche d'articles pertinents (Pubmed, Embase, Cochrane Library et PEDro). Les Études Randomisées Contrôlées qui évaluaient les effets de la RV immersive sur la kinésiophobie sur une population adulte atteinte de cervicalgies chroniques comparé à des exercices actifs ont été incluses. La qualité méthodologique des articles a été évaluée grâce à l'échelle JBI. L'outcome primaire est la kinésiophobie. Les secondaires sont la douleur et le handicap.

Résultats : Trois études incluant un total de 168 participants ont été inclus dans la revue et dans la méta-analyse. Cinq analyses ont été réalisées pour l'outcome de kinésiophobie : les moyennes à l'évaluation post-intervention et à trois mois post-intervention, les différences 3mois/post, 3mois/pré et post/pré. Ces analyses ont montré des effets en faveur des groupes RV, mais ils ne sont pas statistiquement significatifs. Concernant les outcomes secondaires, seul l'outcome de la douleur pour la différence post/pré montre un effet significatif en faveur des groupes RV (DM = -1,06 ; 95% IC = [-1,88 ; -0,25] ; P<0,05). Aucune autre analyse n'a montré d'effet significatif.

Conclusion : Aucun effet significatif en faveur de l'un des deux groupes n'a été montré. De plus, les trois études sélectionnées sont les seuls à évaluer la kinésiophobie avec de la RV immersive. Ainsi, ce travail met en lumière la nécessité de réaliser plus d'études évaluant l'effet de la RV sur la kinésiophobie chez une population atteinte de cervicalgies chroniques. Cela permettrait de pallier les lacunes de la littérature actuelle et de permettre la réalisation de futures méta-analyses ayant une meilleure puissance.

Mots-clés : cervicalgies ; douleur chronique ; kinésiophobie, réalité virtuelle.

Abstract

Introduction : Regarded as the third most common musculoskeletal disorders, neck pain has considerable socio-economic impact on affected people. A proportion of those affected will experience a transition to chronicity. It is common for people suffering from chronic neck pain to develop kinesiophobia, resulting in functional incapacity. There are multiple treatments for these two conditions. Immersive Virtual Reality (VR) seems to be a promising option and has shown advantages in the treatment of musculoskeletal disorders, as the low back pain.

Objective : Compare the effects of an immersive VR treatment on kinesiophobia to those of active exercises treatment.

Method : Four databases were searched for relevant articles (Pubmed, Embase, Cochrane Library and PEDro). Randomized Controlled Trials were included when assessing the effects of immersive VR on kinesiophobia concerning an adult population affected by neck pain compared to active exercises. The methodological quality of the studies was assessed through the JBI scale. The primary outcome is kinesiophobia and the secondary outcomes are pain and disability.

Results : Three studies involving 168 participants were included in the review and in the meta-analysis. Five analysis were performed for the outcome of kinesiophobia : the mean of the post-intervention evaluation and three months post-intervention, the difference between three months and post intervention, between three months and baseline and between post-intervention and baseline. These analysis have shown effects in favor of the VR group, but there are not statistically significant. Concerning the secondary outcomes, only pain has shown a difference between post-intervention and baseline as a significant effect in favor of the VR group (MD = -1,06 ; 95% CI = [-1,88 ; -0,25] ; P<0,05). No other analysis has shown a significant effect.

Conclusion : No significant effect in favor of one of the two groups was proven. Furthermore, only the three included studies assess kinesiophobia with immersive VR. Thus, this work highlights the necessity to carry out further studies assessing the effect of VR on kinesiophobia in population affected by chronic neck pain. It will allow to palliate the actual scientific literature and allow the realisation of future meta-analysis with stronger statistical power.

Keywords : neck pain ; chronic pain ; kinesiophobia, virtual reality.

Liste des abréviations

%F	Pourcentage de femmes
Ø	Absence de données
2D	Deux dimensions
3D	Trois dimensions
95% IC	Intervalle de Confiance à 95%
AC	Adrien Chéchin (auteur)
HEdS-GE	Haute école de santé Genève
Différence 3mois/post	Différence des valeurs à 3 mois post-intervention moins post-intervention
Différence 3mois/pré	Différence des valeurs 3 mois post-intervention moins pré-intervention
Différence post/pré	Différence des valeurs en post-intervention moins pré-intervention
DM	Différence Moyenne
DMS	Différence Moyenne Standard
ERC	Étude Randomisée Contrôlée
FABQ	Fear Avoidance Beliefs Questionnaire
FABQ-PA	Fear Avoidance Beliefs Questionnaire – Physical Activity
FABQ-W	Fear Avoidance Beliefs Questionnaire – Work
F/E	Flexion/Extension
GPE	Global Perceived Effect
ID/IG	Inclinaison Droite / Inclinaison Gauche
I²	Hétérogénéité
JB	Joanna Briggs Institute
N	Nombre de sujets
n	nombre d'études
NDI	Neck Disability Index
M1	Moyenne du groupe 1
M2	Moyenne du groupe 2

Mvts	Mouvements
P	Valeur de P
RD/RG	Rotation Droite / Rotation Gauche
RV	Réalité Virtuelle
SD	Standard Deviation (écart-type)
SD 1	Écart-type groupe 1
SD 2	Écart-type groupe 2
SQRT	Racine Carré
TP	Thomas Pourchet (directeur du travail de Bachelor)
TSK	Tampa Scale of Kinesiophobia
VAS	Visual Analogue Scale
VL	Valentin Levy (auteur)

Table des matières

Déclaration.....	I
Remerciements.....	II
Résumé.....	III
Abstract.....	IV
Liste des abréviations.....	V
Table des matières.....	VII
Liste des tableaux.....	IX
Liste des figures.....	IX
1. Introduction.....	1
2. Cadre théorique.....	3
2.1 Cervicalgies.....	3
2.1.1 Définition.....	3
2.1.2 Épidémiologie.....	3
2.1.3 Douleur chronique.....	3
2.1.4 Classification des cervicalgies.....	4
2.1.5 Cervicalgies de classe IV.....	4
2.1.6 Cervicalgies non-spécifiques.....	4
2.1.7 Le coup du lapin.....	5
2.1.8 Facteurs de risque et protecteurs.....	5
2.1.9 Traitements des cervicalgies.....	6
2.2 La kinésiophobie.....	6
2.2.1 Définition.....	6
2.2.2 Évolution de la kinésiophobie.....	7
2.2.3 Neuroplasticité.....	7
2.2.4 Impact sur la vie du patient.....	8
2.2.5 Évaluation de la kinésiophobie.....	8
2.2.6 Traitements de la kinésiophobie.....	9
2.3 Réalité virtuelle.....	10
2.3.1 Définition.....	10
2.3.2 Utilisation de la RV dans la Santé.....	10
3. Méthode.....	12
3.1 Stratégie de recherches.....	12
3.2 Critères de sélection des études.....	12
3.3 Méthode de sélection.....	12
3.4 Évaluation de la qualité méthodologique et risque de biais.....	13
3.5 Fiabilité et validité des outils de mesures des outcomes subjectifs.....	13
3.5.1 Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK).....	13
3.5.2 Visual Analogue Scale (VAS).....	13
3.5.3 Neck Disability Index (NDI).....	14
3.6 Extraction des données.....	14
3.7 Quantifications des résultats et méta-analyse.....	15

4. Résultats.....	17
4.1 Recherche et sélection des études.....	17
4.2 Caractéristiques des études.....	18
4.3 Description des designs	18
4.4 Caractéristiques des participants	18
4.5 Calcul de taille d'échantillon.....	20
4.6 Interventions.....	20
4.7 Mesures d'outcomes	21
4.8 Évaluation de la qualité méthodologique.....	21
4.9 Résumé des résultats individuels des études sélectionnées	23
4.10 Effets de la Réalité Virtuelle sur la kinésiophobie	23
4.11 Effets de la RV sur les outcomes secondaires.....	25
5. Discussion.....	27
5.1 Résultats de la méta-analyse.....	27
5.2 L'effet de la RV sur la kinésiophobie chez les patients atteints de cervicalgies 27	
5.3 L'effet de la RV sur les outcomes secondaires.....	28
5.4 Limites et biais des études sélectionnées	29
5.4.1 Limites	29
5.4.2 Risques de biais.....	29
5.5 Effets secondaires de la RV.....	30
5.6 Modalités de traitements et compliance	30
5.7 Forces et limites de la revue.....	31
5.8 Implications cliniques.....	32
6. Conclusion	34
Liste de références.....	35
Bibliographie.....	40
Annexes	41

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des études	19
Tableau 2 : Valeurs des D de Cohen des différentes données	25
Tableau 3 : Effets de la RV sur les outcomes secondaires pour la différence post/pré	25
Tableau 4 : Effets de la RV sur les outcomes secondaires pour la différence 3mois/post	26

Liste des figures

Figure 1 : Modèle de peur d'évitement	7
Figure 2 : Caractéristiques des études	17
Figure 3 : Résumé de l'évaluation de la qualité méthodologique	22
Figure 4 : Résumé de l'évaluation du risque de biais des études sélectionnées	22
Figure 5 : Forrest plot des valeurs du score TSK à l'évaluation post-intervention	23
Figure 6 : Forrest plot des valeurs du score TSK à l'évaluation trois mois post-intervention.	24
Figure 7 : Forrest plot de l'efficacité de la RV sur la kinésiophobie pendant la période d'intervention (différence post/pré)	24
Figure 8 : Forrest plot de la durabilité de l'effet de la RV sur le score TSK (différence 3mois/post).....	24
Figure 9 : Forrest plot de l'effet global de la RV sur le score TSK sur toute la durée des études (différence 3mois/pré)	24

1. Introduction

Les cervicalgies représentent le troisième trouble musculosquelettique et sont “fréquentes dans la population générale” (Fouquet et Borie, 2004) en touchant 70 à 80% des sujets adultes. Parmi ces sujets, 22% des femmes et 16% des hommes montrent un passage à la chronicité (Fouquet et Borie, 2004). L'étiologie des cervicalgies est multiple et elles peuvent être décrites selon deux grands groupes : les cervicalgies associées à des lésions anatomiques et les cervicalgies communes, sans lésions particulières (Fouquet & Borie, 2004). De plus, Haldeman et al. (2009) décrivent une classification à quatre grades, prenant en compte la présence de lésions et les impacts sur la vie quotidienne. Dans ce travail, seules les cervicalgies dites communes selon Fouquet et Borie (2004) seront incluses, à savoir non-spécifiques et post coup du lapin. Selon Hidalgo et al. (2017), les impacts des cervicalgies non spécifiques sont nombreux, engendrant notamment des coûts importants pour la santé, des pertes salariales et provoquant de l'absentéisme au travail.

Malgré ses impacts importants, les cervicalgies non spécifiques restent le “poor cousin” des lombalgies (Hidalgo et al., 2017) en termes de recherches. Selon Tejera et al. (2020), les cervicalgies chroniques sont associées à plusieurs facteurs psychologiques, à savoir l'anxiété, la dépression ou la kinésiophobie (peur du mouvement). Cette association entraîne une diminution des capacités fonctionnelles et une hypervigilance augmentée. De plus, la kinésiophobie touche 50 à 70% des personnes atteintes de douleurs chroniques (Luque-Suarez et al., 2019). La kinésiophobie est associée à la douleur et au handicap (Luque-Suarez et al., 2019). Dans la littérature scientifique actuelle, la kinésiophobie et son interaction avec les cervicalgies chroniques sont peu décrits.

Les traitements de la cervicalgie sont multiples et intègrent souvent des exercices actifs comme de la mobilisation active ou des exercices de renforcement (Bier et al., 2018). De plus, l'utilisation de laser comme focus externe est également décrite (Bussière et al., 2016). Concernant la kinésiophobie, des traitements similaires sont décrits (Xu et al., 2020). Une méta-analyse de 2020 a évalué les effets de la Réalité Virtuelle (RV) sur la douleur, le handicap et la peur du mouvement dans la gestion des douleurs spinales aiguës, sub-aiguës et chroniques (Ahern et al., 2020).

La RV est une technologie non-invasive permettant à son utilisateur d'interagir avec un environnement virtuel (Shahrbanian et al. 2012). Elle se décline selon deux types : non immersive et immersive (Tack, 2021). Ce travail n'inclut que les formes de RV immersives. Elles sont décrites comme un système de captation des mouvements couplé à un dispositif d'immersion, le plus souvent des lunettes ou un casque, permettant une expérience multi-sensorielle (Tack, 2021). L'exploration de cet environnement est assurée par les mouvements de la tête du sujet (Shahrbanian et al. 2012). Actuellement, la RV a des applications cliniques

dans le domaine de la neuro-rééducation ou pour d'autres pathologies musculo-squelettiques comme la lombalgie chronique (Tack, 2021).

L'hypothèse de ce travail est que la thérapie par la RV immersive permettrait une diminution plus importante de la kinésiophobie comparé à des thérapies d'exercices actifs, chez une population adulte atteinte de cervicalgies chroniques. Cette hypothèse était motivée par le fait que la RV immersive, de part ces caractéristiques matérielles, permettaient supposément d'induire des mouvements cervicaux via les interactions visuelles des dispositifs. La RV immersive ferait alors office de focus externe plus important qu'une thérapie conventionnelle pouvant ainsi distraire d'avantage le sujet face à sa kinésiophobie. Donc, grâce aux caractéristiques de distraction et d'immersion, combinés aux mouvements induits par le dispositif, il aurait donc pu être observée une diminution de la kinésiophobie. La question de recherche de ce travail est la suivante : « quel est l'intérêt de la RV immersive dans la gestion de la kinésiophobie chez les patients souffrants de cervicalgies chroniques, comparé aux exercices actifs non immersifs ? ».

Le design de revue systématique - méta-analyse a été retenu pour mettre en lumière l'ensemble de la littérature sur le sujet et permettre la mise en place de recommandations pour les futures études.

2. Cadre théorique

2.1 Cervicalgies

2.1.1 Définition

La cervicalgie est définie comme des douleurs localisées dans la région délimitée en haut par la ligne nuchale supérieure, en bas par une ligne transversale imaginaire passant par l'extrémité de la première apophyse épineuse thoracique, et latéralement par des plans sagittaux tangents aux bords latéraux du cou (International Association for the Study of Pain [IASP], 2012b). La douleur cervicale peut être subdivisée en douleur cervicale supérieure et douleur cervicale inférieure en divisant la région ci-dessus en deux moitiés égales par un plan transversal imaginaire. En outre, la douleur située entre la ligne nuchale supérieure et une ligne transversale imaginaire passant par la pointe de la deuxième apophyse épineuse cervicale peut être qualifiée de douleur sous-occipitale. (IASP, 2012b)

2.1.2 Épidémiologie

La cervicalgie est le troisième trouble musculosquelettique, après la lombalgie et la scapuloalgie, avec une prévalence élevée dans les pays développés, de 20,6 % (Cohen & Hooten, 2017 ; Fouquet & Borie, 2004). Elle a une prévalence plus élevée chez les femmes ayant la cinquantaine (Hidalgo et al., 2017 ; Sbardella et al., 2021). D'après Sbardella et al. (2021), 80% des personnes adultes souffriront de cervicalgie durant leur vie dans les pays industrialisés et 30 à 50% auront des cervicalgies chaque année. De plus, 50 à 85% des personnes vont présenter une récurrence entre un et cinq ans après le premier épisode. Le risque de passage à la chronicité est important avec 22 % des femmes et 16 % des hommes. De plus, 30 % des cervicalgies communes conduiraient à une incapacité fonctionnelle (Fouquet & Borie, 2004). Fouquet et Borie (2004) décrivent des impacts sociaux économiques pour ces patients ainsi que pour la société tel que des incapacités fonctionnelles dans 30% des cas ainsi que des coûts plus élevés pour la santé, liés à la chronicité de cette pathologie.

2.1.3 Douleur chronique

La douleur chronique est un phénomène distinct des douleurs aiguë et subaiguë. Elle est reconnue comme persistante au-delà de la période normale de guérison. Dans la pratique, ce délai peut être inférieur à un mois ou, plus souvent, supérieur à six mois (International Association for the Study of Pain [IASP], 2012a). Dans le cas de la douleur bénigne, trois mois est le point de division le plus pratique entre la douleur aiguë et la douleur chronique, mais à des fins de recherche, six mois sont souvent préférables. Étant donné que le temps de guérison normal dépend de la pathologie, cette durée est déterminée par l'expérience médicale commune (IASP, 2012a). En premier lieu, il s'agit du temps nécessaire pour que l'inflammation disparaisse, ou pour que les blessures aiguës se réparent. Une période plus

longue est nécessaire en cas d'atteinte des nerfs périphériques. Dans ces circonstances, la douleur chronique est reconnue lorsque le processus de réparation est apparemment terminé (IASP, 2012a).

2.1.4 Classification des cervicalgies

Les douleurs cervicales sont classées par Haldeman et al. (2009) sous quatre grades :

- Douleur cervicale de grade I : Aucun signe ou symptôme suggérant une pathologie structurelle majeure et aucune interférence ou seulement mineure avec les activités de la vie quotidienne ; répondra probablement à une intervention minimale telle que le réconfort et le contrôle de la douleur ; ne nécessite pas d'investigations intensives ou de traitement continu.
- Douleur cervicale de grade II : Aucun signe ou symptôme de pathologie structurelle majeure, mais interférence majeure avec les activités de la vie quotidienne ; nécessite un soulagement de la douleur et une activation/intervention précoce visant à prévenir l'invalidité à long terme.
- Douleur cervicale de grade III : Aucun signe ou symptôme de pathologie structurelle majeure, mais présence de signes neurologiques tels qu'une diminution des réflexes tendineux profonds, une faiblesse et/ou des déficits sensoriels ; peut nécessiter des investigations et traitements plus invasifs.
- Douleur cervicale de grade IV : Signes ou symptômes d'une pathologie structurelle majeure, telle qu'une fracture, une myélopathie, un néoplasme ou une maladie systémique ; nécessite un examen et un traitement rapides.

2.1.5 Cervicalgies de classe IV

Popescu et Lee (2020) étoffent cette catégorie de grade IV avec les maladies coronariennes, infections (ostéomyélite, discite, abcès rétropharyngé, méningite, fracture de la dentition), tumeurs malignes (myélome multiple, maladies métastatiques), affections rhumatologiques (polymyalgie rhumatismale, maladie des dépôts de pyrophosphate de calcium au niveau de l'articulation atlanto-axiale, fibromyalgie), étiologies vasculaires (dissection vertébrale ou carotidienne) et syndrome du défilé thoracique (douleurs cervicales associées à des symptômes au niveau du bras). Certaines douleurs cervicales peuvent être des signaux d'alerte de pathologies nécessitant une prise en charge médicale (Popescu & Lee, 2020).

2.1.6 Cervicalgies non-spécifiques

Le terme non-spécifique ou idiopathique est utilisé pour indiquer l'absence de pathologie structurelle ou de signes neurologiques. Ainsi, la présence de fractures, pathologies rhumatismales, tumorales, infectieuses ou inflammatoires doivent être écartées pour utiliser

cette appellation (Hidalgo et al., 2017 ; Popescu & Lee, 2020). Son étiologie est multifactorielle mais reste peu clair (Hidalgo et al., 2017 ; Lima Faria et al., 2019).

2.1.7 Le coup du lapin

La définition du traumatisme du coup du lapin ou coup de fouet cervicale est controversée. Les éléments essentiels à sa définition sont : survenue lors d'un accident de la route, application de forces d'accélération sur la tête avec flexion cervicale, avec association de mouvements dans le plan sagittal à la suite d'un choc arrière et collisions latérales ou frontales. Le traumatisme peut conduire à l'apparition de douleurs cervicalgies (Barnsley & Bogduk, 1994).

2.1.8 Facteurs de risque et protecteurs

Des facteurs de risque du développement d'une cervicalgie et ses facteurs de chronicisation ont été identifiés. Cependant, ceux qui contribuent au maintien et à l'augmentation de la douleur sont difficiles à définir (Asiri et al., 2021).

Hidalgo et al. (2017), Jun et al. (2017), Kim et al. (2018) et Lima Faria et al. (2019) décrivent les facteurs suivants :

- Démographiques : historique de blessure ; âge ; genre ; génétiques ; statut marital ; famille de trois ou plus ; stress économique élevé avec faible revenu.
- Physiques : position assise avec un travail sur ordinateur ; travail soutenu ; position inconfortable ; douleurs lombaires ; tensions musculaires ; Indice de Masse Corporelle élevé.
- Psycho-sociaux : habitudes de vie ; tabac ; habitudes alimentaires ; habitudes posturales ; niveau d'activités physiques ; mode de vie sédentaire ; croyances et attentes ; satisfaction au travail ; caractéristiques du lieu de travail/ergonomie au travail ; demande perçue du travail ; déséquilibre effort/récompense ; support des collègues ; perception de sa santé ; mauvaise évaluation de la santé ; score faible au questionnaire de santé ; perception de tension musculaire moyenne et importante ; historique de cervicalgies ; dépression ; anxiété ; statut de salarié handicapé/malade, salarié à mi-temps ; rôle important dans les conflits ; haute perception de demande de quantité ; absence d'activité physique.

Ces facteurs peuvent contribuer au passage d'une douleur aiguë à une douleur chronique. Ainsi, Ortego et al. (2016) décrivent une forte relation entre le stress, l'anxiété et le passage à la chronicité dans la cervicalgie non spécifique.

Kim et al. (2018) font état de certains facteurs protecteurs :

- Activité physique de loisir
- Endurance des extenseurs cervicaux
- Responsabilisation du leadership
- Haut climat social
- Contrôle inhibiteur nocif diffus

2.1.9 Traitements des cervicalgies

Bier et al. (2018) considèrent différentes approches pour traiter la cervicalgie chronique avec différentes évidences scientifiques. Les mobilisations et manipulations cervicales adjoindes à des exercices actifs et des programmes à domicile d'exercice sont des recommandations avec un haut niveau de preuve. Bussière et al. (2016) font état de prise en charge présentant une plus faible qualité de preuve comme le dry-needling, le low-level laser, l'électrothérapie, les ultrasons, les collier cervicaux/traction, traitement cognitif comportemental, le massage, la mise en place d'oreiller, de bande kinésiologique, d'agents thermiques et d'interventions sur le lieu de travail.

Une approche multidisciplinaire est également préconisée, dont les objectifs sont multiples : une meilleure gestion globale de la douleur par l'amélioration de l'état de santé, la reprise de confiance, l'amélioration de l'état fonctionnel au travail en termes d'endurance, de force, de souplesse (Fouquet & Borie, 2004). Une prise en charge psycho-comportementale de la douleur peut être proposée (le « pain management program » des anglo-saxons) permettant au patient de mieux gérer son mode de fonctionnement et de contrôle de son environnement interne (pensées, émotions) et ses réponses à son environnement externe (situations familiales et professionnelles) (Fouquet & Borie, 2004).

2.2 La kinésiophobie

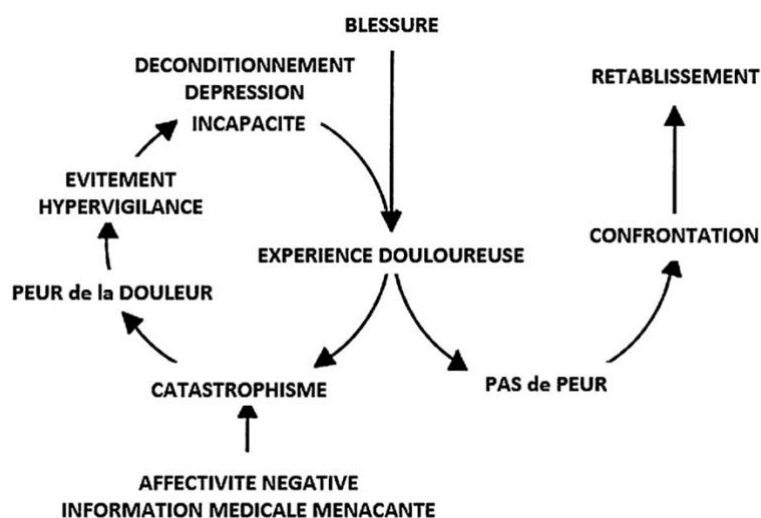
2.2.1 Définition

La kinésiophobie, aussi appelé peur du mouvement, est définie par Asiri et al. (2021) et Luque-Suarez et al. (2019) comme un état dans laquelle le patient a une peur injustifiée, débilatante, excessive, irrationnelle et croissante des mouvements et des actions, venant d'un sentiment de vulnérabilité face à une douleur, blessure ou re-blessure. Il peut-être observer chez les patients atteints de kinésiophobie une altération des mouvements, des ajustements du comportement moteur lié au contrôle et à la gestion de la douleur et du handicap qui en découle (Luque-Suarez et al., 2019). La kinésiophobie peut être associé à de la douleur, au handicap et à la qualité de vie (Luque-Suarez et al., 2019).

2.2.2 Évolution de la kinésiophobie

Lors de la phase aigüe de douleur, la kinésiophobie engendre une attitude d'évitement. Ces comportements d'évitement sont une adaptation face aux stimuli douloureux. Le sujet va alors éviter l'activité douloureuse. Cependant, lorsque la douleur se chronicise, ces attitudes/comportements augmentent, majorant ainsi les déficiences et le seuil de perception de la douleur (Asiri et al., 2021). De plus, lorsque le stimulus se chronicise, le comportement d'évitement peut devenir une stratégie d'adaptation inadaptée. En effet, selon O'Sullivan (2005), les stratégies mal-adaptatives comme la kinésiophobie, les pensées négatives ou une anxiété anormale liée à la douleur sont associés à des hauts niveaux de douleurs et de handicap. Un comportement mal-adaptatif est défini par Gray (2013) comme un comportement qui interfère avec les activités de la vie quotidienne ou les capacités de participation d'un individu dans des environnements particuliers. Le patient entre dans un schéma (Figure 1) entretenant la douleur chronique et l'incapacité fonctionnelle (Asiri et al., 2021). De plus, l'étude menée par Asiri et al. (2021) montre une corrélation importante entre la kinésiophobie et l'intensité des douleurs cervicales.

Figure 1 : Modèle de peur d'évitement



Tiré de : Rousseau et Bacelon (2017)

2.2.3 Neuroplasticité

La kinésiophobie peut induire des changements et des déficiences des systèmes somato-sensoriels. Cela peut provoquer un déficit de proprioception cervicale. Asiri et al. (2021) expliquent que les informations cervicales afférentes vers les centres supérieurs peuvent être modifiées par ces changements, altérant ainsi la proprioception cervicale. En effet, des changements neuroplastiques dans les régions du système nerveux central associées au

traitement des informations sensorielles, des émotions et de la douleur sont plus susceptibles de se produire chez les patients souffrants de kinésiophobie. Ces changements interfèrent avec la modulation neurophysiologique normale de la douleur et entraînent à leur tour une plus grande sensibilité à la douleur et un handicap plus important. En outre, les altérations psychologiques et biologiques contribuent à la sensibilisation centrale et au développement de la douleur chronique (De Vroey et al., 2020).

2.2.4 Impact sur la vie du patient

Les patients atteints de douleurs cervicales chroniques peuvent rencontrer des difficultés ou être incapables de réaliser des tâches fonctionnelles. La kinésiophobie entraîne une détérioration des capacités fonctionnelles globales dû à l'évitement, qui peut affecter la qualité de vie. Ces performances fonctionnelles globales diminuées entraînent des douleurs chroniques et une diminution de la mobilité. Cependant, il n'existe aucune preuve concluante de corrélation entre la kinésiophobie et les performances fonctionnelles des personnes atteintes de cervicalgie non spécifique (Asiri et al., 2021). Une augmentation de la sédentarité et une frustration de ne pas pouvoir effectuer l'ensemble des mouvements voulus sont retrouvées chez ces patients (frustration fonctionnelle).

2.2.5 Évaluation de la kinésiophobie

Tampa Scale of Kinesiophobia :

L'échelle TSK est l'une des mesures les plus utilisées pour évaluer la peur au mouvement chez les patients ayant des douleurs au rachis. (Woby et al, 2005). C'est une échelle subjective auto-évaluée de la kinésiophobie mise au point pour faire la distinction entre la peur non excessive et la phobie chez les patients souffrant de douleurs musculosquelettiques (Lundberg et al., 2009). Crombez et al. (1999) ont observé que la peur du mouvement/de la (re)blessure était un meilleur prédicteur de l'incapacité déclarée que les signes/symptômes biomédicaux et l'intensité de la douleur. Il existe plusieurs versions, à 17, 13, 12, 11 et 4 items. Des versions anglaises, néerlandaises et allemandes validées ont été trouvées et offrent des propriétés similaires, la différence étant la brièveté (Crombez et al., 1999 ; Woby et al., 2005 ; Geisser et al., 2000 ; Kortlever et al., 2020 ; Lundberg et al., 2009). Chaque item est noté sur une échelle de Likert en quatre points. Les possibilités de notation vont de "pas du tout d'accord" (score 1) à "tout à fait d'accord" (score 4) (Swinkels-Meewisse et al., 2006). Cette notation est inversée pour les items 4, 8, 12 et 16 (Swinkels-Meewisse et al., 2006). Le score, pour la version de 17 items, varie de 17 à 68, une valeur élevée du score indiquant un haut degré de kinésiophobie (Lundberg et al., 2009). Le questionnaire est disponible en **Annexe 1**.

Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire (FABQ) :

Le FABQ est une échelle auto-évaluée composée d'un total de seize items décrivant les effets du travail et de l'activité physique sur les douleurs spinales. Chaque énoncé a une échelle de

Likert en six points, variant de « entièrement d'accord » à « entièrement en désaccord ». Le score total FABQ varie de 0 à 96, un score élevé indiquant un haut niveau de représentation sur la peur du mouvement. Le FABQ total est séparé en deux sous-échelles, une d'activité physique (FABQ-PA) et une sous-échelle de travail (FABQ-W). La première, FABQ-PA, se compose de quatre énoncés concernant la peur de l'activité physique. Les scores sur cette échelle vont de 0 à 24, un score élevé indique un haut de représentation sur la peur du mouvement liée à l'activité physique générale. La sous-échelle FABQ-W comprend sept énoncés concernant la peur de l'activité professionnelle. Les scores sur cette sous-échelle vont de 0 à 42, un score élevé indique un haut niveau de représentation sur la peur du mouvement associées au travail (Landers et al, 2008).

2.2.6 Traitements de la kinésiophobie

Pour traiter les patients présentant de la kinésiophobie, il faut identifier ce qu'est le sentiment de peur. C'est une émotion basique, en réponse à une menace spécifique, identifiable et imminent. Elle est constituée de trois composantes : interprétation du stimulus comme une menace ; augmentation de l'excitation sympathique ; comportement de défense. Le traitement des douleurs et des informations liés à cette douleur peuvent être liée à la perception kinésiophobe (Luque-Suarez et al., 2019). Des preuves de plus ou moins grande évidence ont été montré par Xu et al. (2020) concernant les traitements mis en place pour la kinésiophobie. Ces derniers sont de la thérapie manuelle, des exercices supervisés à domicile, de la RV immersive ou non, des exercices actifs, de la relaxation, de l'éducation thérapeutique, des groupes de paroles et des entraînements avec de l'isocinétisme (Xu et al., 2020). Malfliet et al. (2017) font état d'un protocole recommandé comprenant de l'éducation aux neurosciences de la douleur adjoint à un entraînement au contrôle moteur ciblé sur la cognition, des exercices dynamiques et fonctionnels ciblés sur la cognition.

L'enseignement des neurosciences de la douleur vise à expliquer aux patients la nature biopsychosociale de la douleur, à les aider à acquérir une nouvelle perspective de récupération sur leur douleur et à leur fournir une approche individualisée de l'application de ces connaissances dans leur vie quotidienne. Cet enseignement n'est pas un traitement autonome, mais prépare les patients à des interventions plus actives telles que la thérapie par l'exercice, explicité dans le protocole de Malfliet et al. (2017). L'enseignement des neurosciences de la douleur, associée à une thérapie par l'exercice ciblée sur la cognition, s'est avérée plus efficace que la thérapie physique habituelle pour diminuer la douleur, les symptômes de sensibilisation centrale, l'incapacité, le fonctionnement mental et physique, ainsi que la cognition de la douleur chez les patients souffrant de douleur spinale chronique (Van Bogaert et al., 2021).

2.3 Réalité virtuelle

2.3.1 Définition

La RV est une technologie de simulation non invasive qui permet à l'utilisateur d'interagir avec un environnement virtuel généré par ordinateur dans les trois dimensions de la largeur, de la hauteur et de la profondeur (Shahrbanian et al. 2012). Selon Tack (2021), la RV existe selon un continuum allant de la RV non-immersive à la RV immersive. La RV non-immersive consiste en la captation des mouvements du corps par une technologie d'enregistrement des mouvements pour les retranscrire sur ceux d'un avatar virtuel sur un écran (Tack, 2021). Les interactions avec l'environnement se font via des systèmes de souris, de clavier ou directement avec le système de captation des mouvements (Shahrbanian et al. 2012). Des systèmes comme la Wii de Nintendo constituent une forme de RV non-immersive. La RV immersive intègre le même type de système de captation des mouvements en y ajoutant la notion d'immersion. Cette dernière est améliorée grâce à l'intégration d'une expérience multi-sensorielle (visuelle, auditive, tactile) par l'intermédiaire de lunettes ou de dispositif avec écran monté sur la tête de l'utilisateur (Tack, 2021). Un système de suivi des mouvements de la tête grâce au dispositif permet l'exploration de l'environnement virtuel (Shahrbanian et al. 2012)

Selon Slater (1999), l'immersion est déterminée par le nombre, la portée des canaux sensoriels et moteurs d'un utilisateur connectés au système. Elle est générée en combinant différentes technologies dans un système complet capable de fournir des informations visuelles modifiées en temps réel en fonction du mouvement de la tête et du corps de l'utilisateur, comme s'il se trouvait dans un environnement physique équivalent. Ainsi, selon Shahrbanian et al. (2012), la RV immersive est la mise en œuvre la plus interactive des techniques de RV, permettant aux utilisateurs de s'immerger complètement dans l'environnement virtuel et d'interagir directement avec grâce aux différents dispositifs.

2.3.2 Utilisation de la RV dans la Santé

Le développement de technologies de réadaptation capables d'augmenter l'intensité et la durée du traitement quotidien ainsi que la motivation et l'intérêt des patients est un domaine de recherche scientifique grandissant (Fusco & Tieri, 2022). Un nombre croissant de preuves scientifiques, provenant des neurosciences, de la psychologie, de la médecine, de la neuroréadaptation et de la réadaptation sportive, suggèrent que la RV pourrait être une solution optimale pour la réadaptation de différentes maladies. Il est cependant encore difficile d'avoir une compréhension claire de l'efficacité de la RV et de ses applications cliniques (Fusco & Tieri, 2022). Malgré les différences techniques et théoriques entre la RV immersive et non immersive, les deux technologies peuvent avoir des impacts potentiels différents pour la mise en œuvre de nouveaux traitements de réadaptation (Tack, 2021). Elles permettent également d'optimiser et de personnaliser le dispositif expérimental en fonction des besoins du patient et de l'hôpital. Elles rendent aussi possible le développement d'applications de télé-rééducation que les patients peuvent réaliser à domicile. Les applications RV peuvent être très

polyvalentes, utilisant différents systèmes et configurations, ainsi que différents contenus qui peuvent aller de très engageants, dynamiques et interactifs, à non immersifs et statiques (Tack, 2021).

Jusqu'à présent, les applications cliniques de la RV couvrent un large éventail de domaines, notamment la réadaptation cognitive et motrice dans la gestion de la douleur, la maladie de Parkinson, la maladie d'Alzheimer, les lésions cérébrales, la douleur du membre fantôme, la paralysie cérébrale, la négligence spatiale, la phobie spécifique et les troubles alimentaires (Tack, 2021). Ces avantages ont été retrouvés également pour le syndrome douloureux régional complexe, les cervicalgies chroniques et les douleurs neuropathiques liées aux lésions de la moelle épinière (Tack, 2021).

Quelle que soit l'application, un grand nombre d'études ont montré comment différents traitements pouvaient influencer les résultats fonctionnels en fonction de la dose et du moment d'administration, en particulier pour la rééducation. La RV est associée à une stratégie cognitivo-comportementale : la distraction (Shahrbanian et al., 2012). C'est une technique utilisée en pratique clinique pour réduire la douleur associée à des conditions médicales, des procédures et des interventions chirurgicales douloureuses (Shahrbanian et al., 2012). La distraction repose sur la notion de capacité d'attention limitée de l'être humain. Il a été constaté que la distraction de la douleur elle-même et l'attention portée à une autre expérience peuvent affecter la perception de la douleur : l'attention portée à la douleur augmente sa perception et la distraction la diminue (Shahrbanian et al., 2012).

Tack (2021) décrit trois approches étudiées pour décrire l'impact de la RV : la distraction, la neuromodulation et la thérapie d'exposition graduelle. La distraction par le biais d'une tâche réduit l'intensité de la douleur et l'activité cérébrale associée à sa perception, et augmente l'activité des zones associées à la modulation intercorticale et à l'inhibition de la douleur. Il a été objectivé par IRM fonctionnel qu'il se produisait une modification de l'activité cérébrale analgésique (Tack, 2021). Tack, (2021) décrit que la visualisation de son propre corps peut réduire la douleur chez les sujets sains et qu'il a été suggéré que la visualisation d'un corps virtuel perçu comme le sien peut également être analgésique. D'après Tack (2021), l'analgésie par la RV est une potentielle alternative aux opioïdes pour la gestion de la douleur aiguë et chronique (avec une hétérogénéité en termes de population, de diagnostic et de dosage). La RV peut également améliorer la précision des mesures de performance et la standardisation des protocoles de traitement (Tack, 2021). De plus, cela peut avoir des effets positifs sur la motivation. L'exercice physique et cognitif est essentiel pour augmenter la réparation et la plasticité du cerveau (Fusco & Tieri, 2022). Enfin, la RV pourrait aider à développer écologiquement l'entraînement de réadaptation, en élargissant les effets de l'entraînement aux activités de la vie quotidienne et à la maison (Fusco & Tieri, 2022). Ahmadpour et al. (2019) appuient également que lorsqu'elles sont efficaces, ces interventions représentent des substituts de la thérapie de la douleur à des coûts d'administration moindres qui peuvent être utilisées par les patients à domicile, sous réserve de leurs capacités. Par ailleurs, Tack (2021) et Brea-Gómez et al. (2021) ont étudié les effets d'un traitement par RV chez les patients atteints de douleurs lombaires chroniques sur les douleurs. De plus, Afzal et al (2022) montrent une amélioration fonctionnelle.

3. Méthode

3.1 Stratégie de recherches

Quatre bases de données ont été utilisées pour la recherche des articles éligibles : Pubmed, Embase, Cochrane Library et PEDro. Les premières recherches ont été effectuées en septembre 2022 et la dernière recherche le 13 janvier 2023. L'équation suivante a été réalisée avec les Mesh termes jugés pertinents : ("chronic neck pain" **OR** "neck pain") **AND** "virtual reality" **AND** "kinesiophobia". Cette équation a été tabulée sur Pubmed, Embase et Cochrane library. L'équation n'a pas pu être reproduite sur PEDro. Une recherche simple a donc été réalisée avec le texte libre suivant : neck pain and virtual reality and kinesiophobia.

3.2 Critères de sélection des études

Seules les études randomisées contrôlées (ERC), écrites en français ou en anglais, et publiées entre 2012 et 2022, ont été incluses dans la revue. Les critères d'inclusion ont été établis en fonction de la stratégie PICO (Population, Intervention, Comparateurs, Outcomes) prédéfinie par les auteurs :

- Population : patients adultes atteints de cervicalgies chroniques non-spécifiques ou chroniques traumatiques sans lésions associées
- Interventions : traitements incluant de la RV immersive induisant des mouvements
- Contrôle : traitements par exercices actifs, sans RV immersive
- Outcomes : kinésiophobie, intensité de douleur cervicale, handicap

De plus, au moins trois périodes d'évaluations des outcomes devaient être inclus : pré-intervention, immédiatement post-intervention et à un mois ou plus.

Les études ont été exclues de la revue si elles n'étaient pas des ERC et si les populations étudiées présentaient les caractéristiques suivantes : cancers, néoplasie, maladies infectieuses ou inflammatoires, fracture/luxation cervicale, arthrose cervicale, cervicalgies associées à des vertiges, de cervicalgies associées à des signes neurologiques déficitaires ou non, historique de chirurgie cervicale, pathologies vestibulaires, cardiaques, respiratoire ou neurologiques.

3.3 Méthode de sélection

Les auteurs AC et VL ont effectué les recherches et la sélection indépendamment. Une fois les études identifiées, la sélection a été faite de la manière suivante : application du filtre de date, vérification du design, lecture des titres, lecture des abstracts et lecture complète. Après

une mise en commun des résultats de la sélection, un consensus entre les auteurs devait être trouvé. En cas de désaccord, une tierce personne aurait été sollicitée.

3.4 Évaluation de la qualité méthodologique et risque de biais

La qualité méthodologique des articles sélectionnés a été évaluée en utilisant la Checklist JBI (The Joanna Briggs Institute critical Appraisal tools). Les évaluations ont été réalisées séparément par les auteurs AC et VL. Les résultats ont été mis en commun et un consensus a été trouvé en cas de désaccord. Si le consensus n'est pas trouvé, l'avis d'une tierce personne est demandé. Cette méthode a été mise en place pour éviter l'influence des auteurs l'un sur l'autre et éviter de fausser les résultats. C'est une échelle en treize items évaluant, entre autres, la randomisation, la mise en aveugle des participants, des thérapeutes et des évaluateurs, et la méthodologie de l'intervention. Selon Zeng et al. (2015), l'ensemble des outils d'évaluation méthodologique JBI sont considérés comme bons et peuvent être utilisés dans la réalisation d'étude pertinente. Les résultats des Checklist JBI ont été reportées dans le logiciel RevMan 5.4 pour créer le graphique des risques de biais.

3.5 Fiabilité et validité des outils de mesures des outcomes subjectifs

Pour l'évaluation des outcomes subjectifs, différents outils de mesures ont été utilisés. La kinésiophobie est évaluée par le Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK), l'intensité de la douleur par le Visual Analogue Scale (VAS) et le handicap par le Neck Disability Index (NDI).

3.5.1 Tampa Scale of Kinesiophobia (TSK)

Le TSK est une mesure auto-évaluée de la kinésiophobie pour les patients avec des douleurs musculo-squelettiques. Il s'agit d'un questionnaire de dix-sept items dans sa version originale, traduit en dix langues (Weermeijer & Meulders, 2018). Il existe une deuxième version de onze items, plus souvent utilisée dû à son caractère plus court. Le questionnaire en onze items prend en moyenne quatre à huit minutes à être complété. Il présente une reproductibilité test-retest élevée, une sensibilité de 66 % et une spécificité de 67 %. Ses validités de construit, de critère et de prédiction varient de modérée à bonne. Selon Weermeijer et Meulders (2018), ces données en font un outil de mesure valide et reproductible. Le questionnaire est disponible en **Annexe 1**.

3.5.2 Visual Analogue Scale (VAS)

Selon Tejera et al. (2020), le VAS est composé d'une ligne verticale ou horizontale de 0 à 100mm, le 0 représente l'absence de douleur et le 100 « la pire douleur imaginable ». Elle est parfois numérotée de zéro à dix. Le patient indique sur cette ligne l'intensité de sa douleur. Selon Boonstra et al. (2008), le VAS, pour l'évaluation de l'intensité de la douleur, est fiable et valide. L'échelle est disponible en **Annexe 2**.

3.5.3 Neck Disability Index (NDI)

Le NDI est l'outil d'évaluation du handicap le plus utilisé chez les patients souffrants de douleurs cervicales aiguës ou chroniques (Jones et Sterling, 2021). Il comprend dix items : douleur, soins personnels, port de charge, lecture, maux de tête, travail, conduite, sommeil et loisirs. Le sujet coche lui-même chaque item numéroté de 0 à 5. Le temps de réalisation est de cinq à dix minutes, et ne nécessite aucun entraînement. Le score est sur 50, et un score élevé indique un niveau de handicap plus important (Jones et Sterling, 2021). Le score au NDI montre une corrélation importante avec le questionnaire SF36 et le (VAS) (Jones & Sterling, 2021). L'étude de Young et al. (2019) montre une excellente fiabilité test-retest avec un coefficient de corrélation intra-classe à 0,87. La version originale du NDI est écrite en anglais et est traduite dans quinze langues. La version espagnole, utilisée dans l'étude de Tejera et al. (2020), montre une excellente reproductibilité (MacDermid et al., 2009). Un changement minimal détectable varie de 4,2 à 13,4 et la différence minimale cliniquement importante varie de 5 à 9,5 (Jones & Sterling, 2021). Le questionnaire est disponible en **Annexe 3**.

3.6 Extraction des données.

Les données extraites incluaient les informations de base (auteurs, années de publication), les données démographiques des groupes (taille d'échantillon, âge, sexe, outcomes à l'évaluation pré-intervention), la méthode de randomisation, les caractéristiques des groupes interventions et contrôles, l'ensemble des outcomes et méthode de mesure, ainsi que les méthodes d'analyses statistiques. Toutes les moyennes, différences de moyenne, écart-type, valeurs de p et d de Cohen ont été extraits des tableaux, lorsqu'elles étaient disponibles. L'ensemble des tableaux de résultats ont été récupérés en vue d'analyse. Pour obtenir ces données, elles ont été extraites selon la forme PICO (Population, Intervention, Comparateurs, Outcomes), et les auteurs ont suivi le déroulé des articles pour extraire toutes les informations supplémentaires jugées utiles.

L'extraction a été réalisée en plusieurs étapes. Tout d'abord, une extraction initiale est réalisée par l'un des auteurs, puis le document est relu et comparé à l'article par le second auteur. Il annote et complète le document si le besoin s'en fait ressentir. La deuxième version du document est à nouveau relue par l'auteur de l'extraction initial. En cas de désaccord, un consensus doit être trouvé. Dans le cas de ce travail, cela n'a pas eu lieu. L'auteur VL a réalisé l'extraction initiale des articles de Sarig Bahat et al. (2018) et Sarig Bahat et al. (2015). L'auteur AC a réalisé celle de l'article de Tejera et al. (2020).

3.7 Quantifications des résultats et méta-analyse

Concernant les statistiques effectuées, les valeurs suivantes ont été retenues :

- Valeurs à l'évaluation post-intervention.
- Valeurs à l'évaluation trois mois post-intervention.
- Différence des valeurs en post-intervention moins pré-intervention (Différence post/pré) : effet des interventions pendant leur application.
- Différence des valeurs à trois mois post-intervention moins post-intervention (différence 3mois/post) : durabilité de l'effet une fois le traitement arrêté.
- Différence des valeurs trois mois post-intervention moins pré-intervention (différence 3mois/pré) : effet global de l'intervention.
- D de Cohen : taille d'effet clinique.

Afin d'effectuer ces différents calculs, les logiciels Excel et RevMan 5.4 ont été utilisés. Les différences post/pré et 3mois/pré des articles de Sarig Bahat et al. (2015) et Sarig Bahat et al. (2018) étaient déjà présentes. Pour calculer les différences de moyenne post/pré, 3mois/pré de l'article de Tejera et al. (2020), la formule suivante a été utilisée :

$$M1-M2 \quad \left\{ \begin{array}{l} M1 = \text{moyenne du groupe 1} \\ M2 = \text{moyenne du groupe 2} \end{array} \right.$$

Les erreurs standards de ces différences ont été calculés grâce à la formule :

$$SQRT[(SD_1^2+SD_2^2)/N] \quad \left\{ \begin{array}{l} SD_1 = \text{écart-type du groupe 1} \\ SD_2 = \text{écart-type du groupe 2} \\ N = \text{nombre de sujets des 2 groupes} \\ SQRT = \text{racine carrée} \end{array} \right.$$

Les écarts-types des différences de moyenne ont été calculés à l'aide de la feuille de calcul de RevMan, grâce aux différences de moyenne et leur erreur standard. Les différences 3mois/post des trois articles ont été calculés selon la méthode précédemment décrite.

Les d de Cohen manquants dans les articles ont été calculés sur Excel via la formule :

$$|M1-M2/SQRT(SD_1^2+SD_2^2)|$$

{

M1 = moyenne du groupe

M2 = moyenne du groupe 2

SD₁ = écart-type du groupe 1

SD₂ = écart-type du groupe 2

SQRT = racine carrée

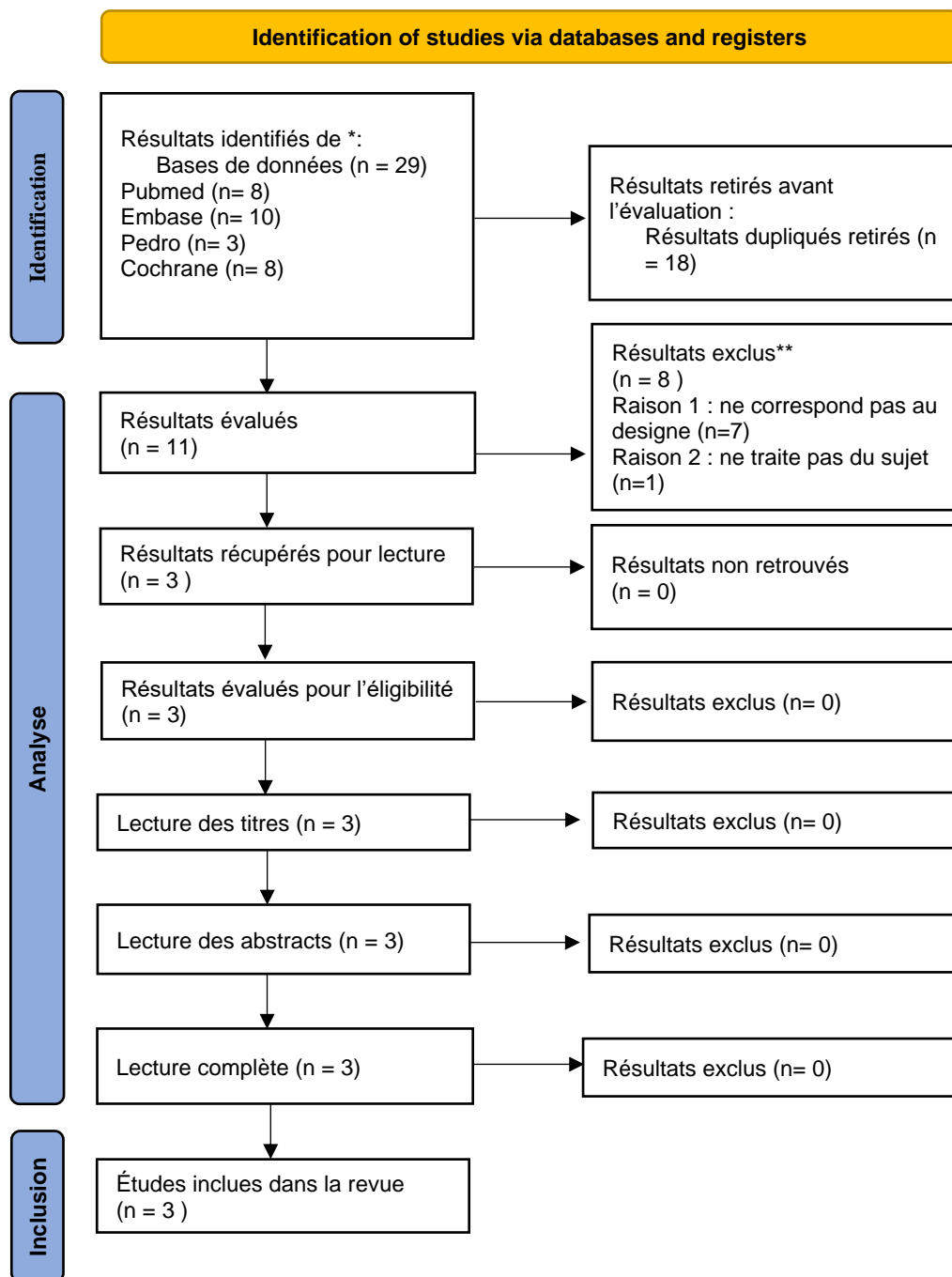
Le logiciel RevMan 5.4 a été utilisé pour la réalisation des forrest plots. La différence moyenne a été employée pour les outcomes de douleurs, du handicap. La différence moyenne standardisée a été utilisée pour l'outcome de kinésiophobie car les articles sélectionnés l'ont évalué avec TSK-11 et TSK-17. Ils n'ont pas le même nombre d'item et donc pas le même score total. Les valeurs de p de ces différences ont pu être obtenues, ainsi que les intervalles de confiance à 95% (95% IC) et l'hétérogénéité, grâce aux calculs effectués par le logiciel RevMan 5.4. L'effet aléatoire a été utilisé pour toutes les analyses, en raison du caractère non standardisé des interventions, puisqu'aucune des interventions des études n'est strictement similaire.

4. Résultats

4.1 Recherche et sélection des études

Vingt-neuf résultats ont été identifiés sur les différentes bases de données utilisées. Onze études ont été analysées après retrait des duplicatas.

Figure 2 : Caractéristiques des études



Sept études ont été exclues car leur design ne correspondait pas à celui des critères d'inclusion. Une étude a été exclue car la population ne correspondait pas au PICO. Les textes complets de ces trois études ont été récupérés. Les titres, les abstracts puis les textes complets ont été lus. Les trois études correspondaient à tous les critères d'inclusions et ont donc été intégrées à la méta-analyse. La [Figure 2](#) présente le processus de sélection et les raisons d'exclusions.

4.2 Caractéristiques des études

Les trois études incluses dans la revue et la méta-analyse sont écrites en anglais. Elles ont été conduites en Espagne (Tejera et al., 2020) et en Australie (Sarig Bahat et al., 2018 ; Sarig Bahat et al., 2015). Elles ont été publiées entre 2015 et 2020 (2015, 2018, 2020) et un total de 168 participants a été intégré aux groupes RV (N=86) et aux groupes Contrôle (N=82). Les caractéristiques des études sélectionnées sont reportées dans le **Tableau 1**.

4.3 Description des designs

Toutes les études sélectionnées sont des ERC en simple aveugle. L'étude de Sarig Bahat et al. (2018) présente un design différent des deux autres études. Tout d'abord une première phase a eu lieu avec trois groupes : un groupe RV, un groupe d'exercice actif et un groupe contrôle sans intervention. Ces trois groupes ont été évalués en pré-intervention et en post-intervention. Ensuite, le groupe contrôle a été randomisé dans les deux autres groupes et un second recrutement de sept personnes a eu lieu. La nouvelle allocation a reçu les quatre semaines d'intervention. L'ensemble des sujets répartis dans ces deux groupes a été évalué à l'évaluation pré-intervention, post-intervention et trois mois post-intervention. Les deux autres études sont des ERC à deux bras, en une phase.

4.4 Caractéristiques des participants

Les trois études ont inclus des patients atteints de cervicalgies chroniques non spécifiques. De manière globale, les critères d'exclusion des participants étaient les mêmes entre chaque étude, à savoir :

- Les cervicalgies associées à un cancer, néoplasie, troubles infectieux ou inflammatoires.
- Des antécédents traumatiques associés à des lésions cervicales, ou de traumatisme de la tête.
- Des signes neurologiques positifs.
- L'arthrose cervicale.
- Les pathologies rhumatismales.
- Les cervicalgies associées à des vertiges.
- Des antécédents de chirurgie cervicale.

- La présence de maladies systémiques, cardio-respiratoires pouvant affectées les performances physiques.
- La grossesse.
- L'impossibilité à fournir un consentement.

Tableau 1 : Caractéristiques des études

Études	Population			Groupes		Dosage	Outcomes	Évaluation
	N	Sexe (%F)	Âge (année) Moyenne (SD)	Intervention	Contrôle			
Tejera et al., 2020	44	52%	RV : 32,72 (11,63) Contrôle : 26,68 (9,21)	Casque RV avec 2 applications mobiles -Mvts réalisés : F/E, RD/RG, ID/IG	3 fois 10 répétitions d'exercices -Mvts réalisés : F/E, RD/RG, ID/IG	2 séances /semaine Pendant 4 semaines	TSK-11 VAS 0-100mm NDI	Pré-intervention Post-intervention 1 mois post-intervention 3 mois post-intervention
Sarig Bahat et al., 2018	92	Ø	48 (Ø)	Casque RV avec logiciel Déplacement d'un avion rouge avec les Mvts cervicaux Progression des exercices -Mvts réalisés : F/E, RD/RG À domicile	Pointeur laser fixé sur la tête, projeté sur un poster Progression des exercices Mvts Réalisés : F/E, RD/RG À domicile	20 min / jour 4 fois / semaine Pendant 4 semaines	TSK-11 VAS 0-100mm NDI	Pré-intervention Post-intervention 3 mois post-intervention
Sarig Bahat et al., 2015)	32	67%	RV : 40,63 (14,18) Contrôle : 41,13 (12,59)	Casque RV avec logiciel Déplacement d'un avion rouge avec les Mvts cervicaux -Mvts réalisés : F/E, RD/RG À domicile	Pointeur laser fixé sur la tête, projeté sur un poster Mvts Réalisés : F/E, RD/RG À domicile	4-6 interventions supervisées de 30 min Pendant 5 semaines Entraînement à domicile sans RV : 3 fois / semaines	TSK-11 VAS 0-100mm NDI	Pré-intervention Post-intervention 3 mois post-intervention

Ø = absence de données ; Mvts = mouvements ; F/E = flexion/extension ; RD/RG = rotation droite / rotation gauche ; ID/IG = inclinaison droite / inclinaison gauche ; %F = en pourcentage de femmes incluses dans l'étude.

Les populations présentaient un âge moyen compris entre 26,68 (SD 9,21) et 48 ans (SD Ø) (Tableau 1), en incluant autant les femmes que les hommes. Les études de Tejera et al. (2020) et de Sarig Bahat et al. (2015) présentent respectivement 52% et 67% de femmes dans leur population. L'étude de Sarig Bahat et al. (2018) est peu claire sur la proportion homme/femme dû à la seconde allocation précédemment détaillée. Les caractéristiques des populations sont décrites dans le **Tableau 1**.

Un tableau des critères d'inclusion et d'exclusion des études est disponible en **Annexe 4**.

4.5 Calcul de taille d'échantillon

Seule l'étude de Tejera et al. (2020) présente un calcul de taille d'échantillon. Elle a été calculée pour avoir une puissance suffisante sur l'outcome de la douleur. L'étude de Sarig Bahat et al. (2015) est une ERC pilote et ne présente pas de calcul de taille d'échantillon. Le détail du calcul de Tejera et al. (2020) est disponible en **Annexe 5**.

4.6 Interventions

Les trois études ont comparé la RV immersive avec d'autres interventions comprenant des exercices actifs sans immersion (exercices de mobilisation active cervicale, entraînement laser). Elles ont toutes utilisées un système RV immersive avec une période d'intervention variant de quatre à cinq semaines et un dosage allant de trois fois par semaine à une fois par jour.

Trois types d'intervention ont été proposés :

- Tejera et al. (2020) ont réalisé les interventions en clinique. Les séances ont été réalisées sous supervision d'un thérapeute. Le groupe RV ont utilisé le dispositif VR Vox Play avec deux applications mobiles. Une première (« Full Dive ») où le sujet est dans un salon et fait défiler des photographies avec des mouvements d'inclinaisons cervicales. La deuxième application est « VR Ocean Aquarium 3D » où le sujet réalise des mouvements de flexion, extension, rotations et inclinaisons cervicales. Le groupe contrôle a réalisé des exercices de mobilisation cervicale active. Les thérapeutes corrigeaient verbalement de manière identique chaque patient. Les mouvements demandés étaient les mêmes que pour le groupe RV.
- Sarig Bahat et al. (2018) ont réalisé une séance d'entraînement au tout début de l'intervention, dans le but d'enseigner les exercices aux participants. Ces derniers les ont réalisés à domicile à raison de vingt minutes par jour, quatre fois par semaine,

pendant quatre semaines. Les participants du groupe RV ont reçu un dispositif RV immersive comprenant trois modules : module d'amplitude, module de vitesse et module de précision. Le patient dirige un avion rouge sur différents exercices basés sur les modules. Le groupe contrôle a reçu un pointeur laser avec fixation sur la tête et un poster avec motif. Les sujets devaient viser le poster de dimensions 70x70 cm. Les exercices demandés étaient similaires aux modules du groupe RV.

- Sarig Bahat et al. (2015) ont utilisé le même système que Sarig Bahat et al. (2018). Quatre à six séances ont été réalisées sous la supervision d'un thérapeute et les participants ont été encouragés à poursuivre les exercices à domicile.

Un résumé des interventions est présenté dans le Tableau 1. Le détail est présenté en **Annexe 5**.

4.7 Mesures d'outcomes

Les mesures des outcomes subjectifs (TSK, VAS et NDI) ont précédemment été décrites dans la partie **Méthode : Fiabilité et validité des outils de mesures des outcomes subjectifs**. Sarig Bahat et al. (2015) et Sarig Bahat et al. (2018) les ont évalués en pré-intervention, immédiatement en post-intervention et à trois mois post-intervention. Tejera et al. (2020) les ont évalués aux mêmes points temporels en ajoutant une évaluation à un mois post-intervention.

4.8 Évaluation de la qualité méthodologique

L'évaluation de la qualité méthodologique et du risque de biais des études est reportée dans les Figures 3 et 4.

Aucune étude n'a mis les participants et les thérapeutes en aveugle, à cause de la nature de l'intervention. Cependant, les évaluateurs étaient tous en aveugle. Toutes les études ont randomisé les participants et elles ont toutes des groupes similaires à l'évaluation pré-intervention. Les études de Sarig Bahat et al. (2015) et de Sarig Bahat et al. (2018) ne montrent pas un suivi complet, avec un grand nombre de drop-out dans les deux études. L'étude de Sarig Bahat et al. (2015) montre un total de 38% de perte, tous groupes confondus. L'ensemble des patients du groupe contrôle ont été évalués sur les outcomes subjectifs à trois mois post-intervention, contre 75% pour le groupe RV. Seulement 55% des sujets du groupe RV et 68% des sujets du groupe contrôle ont été évalués sur les outcomes objectifs à trois mois post-intervention. L'étude de Sarig Bahat et al (2018) montre 40% de drop-out dans le groupe RV et 39% dans le groupe contrôle entre l'évaluation pré-intervention et l'évaluation à trois mois post-intervention. Pour tous les autres items de la grille JBI, l'ensemble des trois études montre un risque de biais faible.

Les grilles d'évaluation JBI de chaque article sont présentés dans les **Annexes 6, 7 et 8**.

Figure 3 : Résumé de l'évaluation de la qualité méthodologique

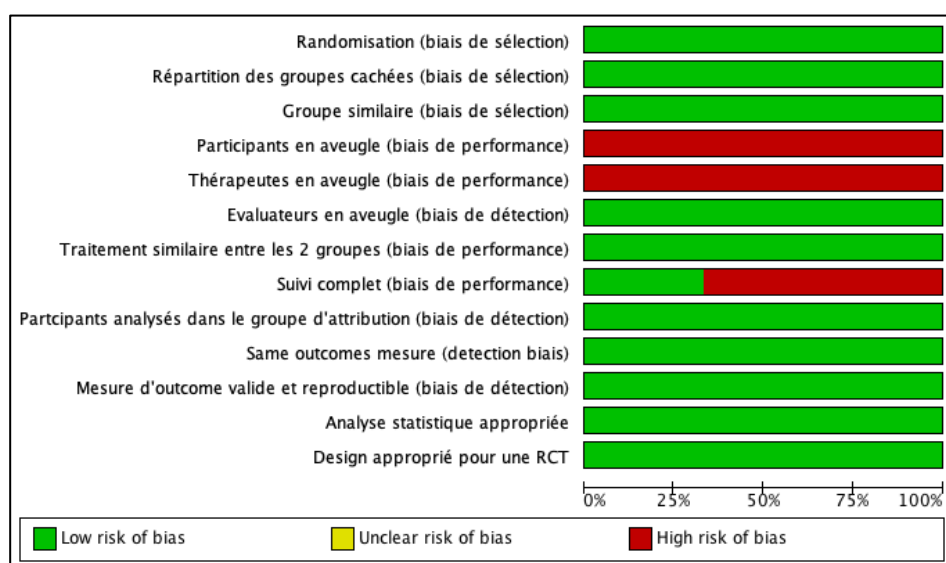


Figure 4 : Résumé de l'évaluation du risque de biais des études sélectionnées

	Randomisation (biais de sélection)	Répartition des groupes cachées (biais de sélection)	Groupe similaire (biais de sélection)	Participants en aveugle (biais de performance)	Thérapeutes en aveugle (biais de performance)	Evaluateurs en aveugle (biais de détection)	Traitement similaire entre les 2 groupes (biais de performance)	Suivi complet (biais de performance)	Participants analysés dans le groupe d'attribution (biais de détection)	Same outcomes mesure (detection biais)	Mesure d'outcome valide et reproductible (biais de détection)	Analyse statistique appropriée	Design approprié pour une RCT
Sarig Bahat et al. 2015	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Sarig bahat et al. 2018	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Tejera et al. 2020	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

4.9 Résumé des résultats individuels des études sélectionnées

Tejera et al. (2020) décrit une diminution significative de la kinésiophobie dans le temps dans les deux groupes et ne montre une différence significative inter-groupe seulement pour l'évaluation à trois mois en faveur du groupe RV. Sarig Bahat et al, (2015) ne montre aucune différence significative intra ou inter groupe. Ensuite, Sarig Bahat et al. (2018) ne montre pas de différence significative intergroupe mais montre une différence significative intra-groupe uniquement pour le groupe RV.

4.10 Effets de la Réalité Virtuelle sur la kinésiophobie

L'effet de la RV sur la kinésiophobie a été évalué en comparant les groupes recevant la RV et les groupes contrôles, en analysant les moyennes au TSK lors de l'évaluation post-intervention et l'évaluation à trois mois post-intervention. De plus, l'effet de la RV pendant la période d'intervention a été analysée grâce à la différence de moyenne entre les données de l'évaluation post-intervention et celles de l'évaluation pré-intervention. La durabilité de l'effet des différents traitements a été évaluée grâce à la différence de moyenne des données à trois mois post-intervention et des données post-intervention. Puis, l'effet global des traitements a été analysée grâce à la différence de moyenne des données à trois mois et des données en pré-intervention.

Lors de l'évaluation post-intervention, comme montré sur la [Figure 5](#), le modèle d'effet aléatoire montre une diminution de la valeur en faveur du groupe RV comparé au groupe contrôle, mais elle est non significative (DMS = -0,17 ; 95% IC = [-0,49 ; 0,15] ; P=0,29). Aucune hétérogénéité n'a été trouvée ($I^2 = 0\%$). La [Figure 6](#) montre également un effet en faveur du groupe RV non significatif pour l'évaluation à 3 mois post-intervention (DMS = -0,29 ; 95% IC = [-0,77 ; 0,18] ; P=0,22 ; $I^2 = 42\%$). En termes de différence post/pré, la [Figure 7](#) ne montre pas d'effet significatif en faveur de l'un des deux groupes (DMS = -0,13 ; 95% IC = [-0,45 ; 0,19] ; P=0,44) et aucune hétérogénéité n'a été trouvée ($I^2 = 0\%$). Ensuite la [Figure 8](#) montre une diminution non significative en faveur du groupe RV (DMS = -0,16 ; 95% IC = [-0,51 ; 0,19] ; P=0,38 ; $I^2 = 0\%$). Aucun effet global sur toute la durée des études (différence 3mois/pré) n'a été montré (DMS = -0,27 ; 95% IC = [-0,62 ; 0,08] ; P=0,13 ; $I^2 = 22\%$) ([Figure 9](#)).

Figure 5 : Forrest plot des valeurs du score TSK à l'évaluation post-intervention

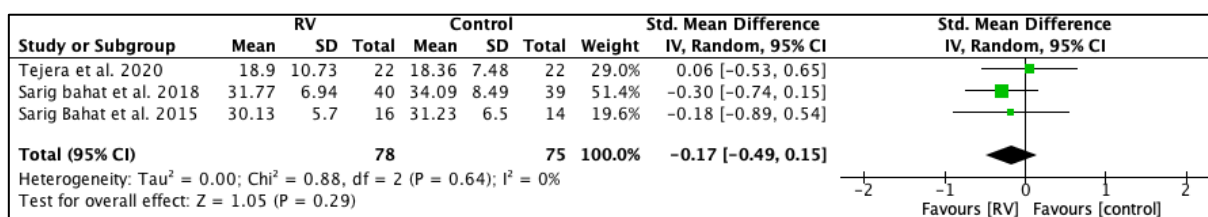


Figure 6 : Forrest plot des valeurs du score TSK à l'évaluation trois mois post-intervention

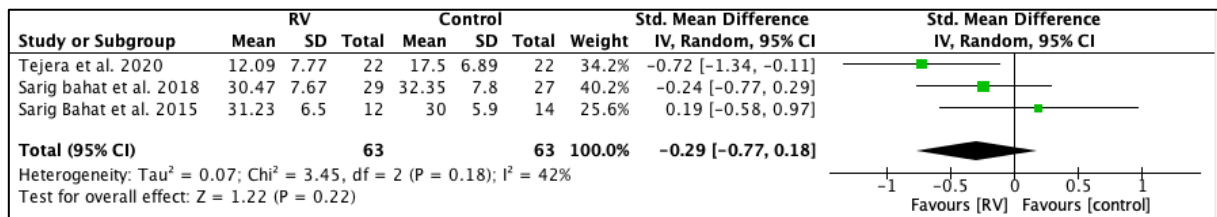


Figure 7 : Forrest plot de l'efficacité de la RV sur la kinésiophobie pendant la période d'intervention (différence post/pré)

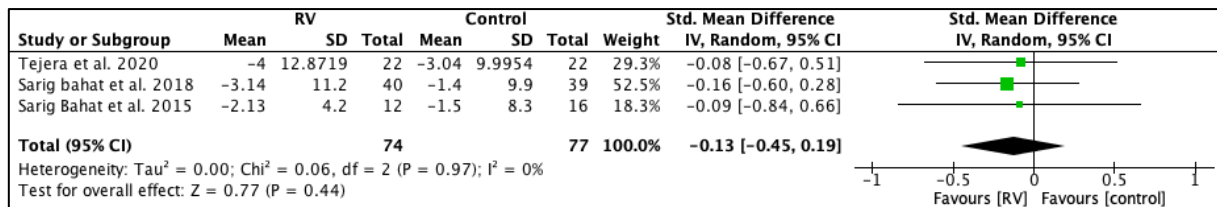


Figure 8 : Forrest plot de la durabilité de l'effet de la RV sur le score TSK (différence 3mois/post)

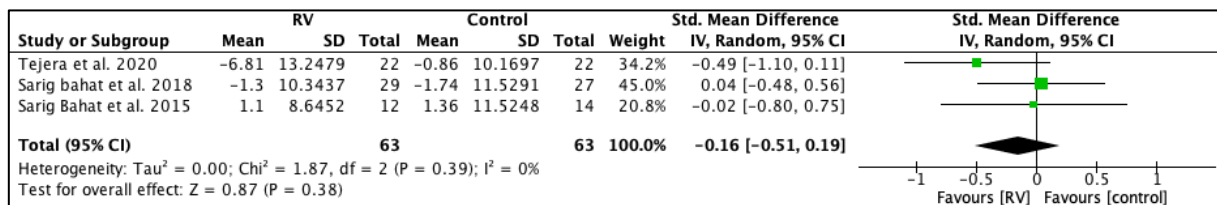
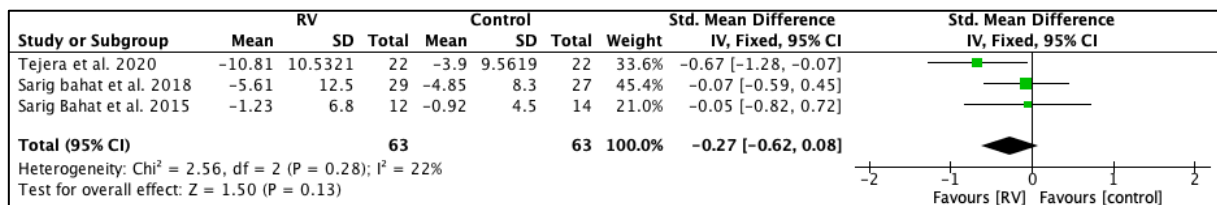


Figure 9 : Forrest plot de l'effet global de la RV sur le score TSK sur toute la durée des études (différence 3mois/pré)



Le **Tableau 2** montre une taille d'effet moyenne pour les valeurs à trois mois post-intervention, pour la différence 3mois/post intervention pour les résultats de l'étude de Tejera et al. (2020), et pour les valeurs en post-intervention de l'étude de Sarig Bahat et al. (2015). Il montre également une taille d'effet faible pour les valeurs en post-intervention et trois mois post-

intervention pour l'étude de Sarig Bahat et al. (2018) et pour les valeurs en post-intervention de l'étude de Sarig Bahat et al. (2015).

Tableau 2 : Valeurs des D de Cohen des différentes données

Études	Post-intervention	3 mois post-intervention	Différence post/pré	Différence 3mois/post
<u>Tejera et al. (2020)</u>	0,05	0,65	0,08	0,50
<u>Sarig Bahat et al. (2018)</u>	0,30	0,24	0,16	0,04
<u>Sarig Bahat et al. (2015)</u>	0,42	0,23	0,10	0,03

4.11 Effets de la RV sur les outcomes secondaires

Comme montré dans le Tableau 3, seule différence post/pré l'outcome de la douleur présente un effet significatif en faveur du groupe RV (DM = -1,06 ; 95% IC = [-1,88 ; -0,25] ; P<0,05). Ainsi, les sujets des groupes RV ont eu une diminution de la douleur significativement plus importante comparé aux groupes contrôles.

Tableau 3 : Effets de la RV sur les outcomes secondaires pour la différence post/pré

Outcomes	Nombre de sujet	DM	95% IC	Valeur de p
VAS	151	-1,06	[-1,88 ; -0,25]	0,01
NDI	151	-1,75	[-5,14 ; 1,64]	0,31

VAS : Visual Analogue Scale ; NDI : Neck Disability

Concernant les différences 3mois/post intervention et les différences 3mois/pré intervention, aucun effet significatif n'est démontré, pour aucun des outcomes secondaires (Tableau 4 et Tableau 5).

Tableau 4 : Effets de la RV sur les outcomes secondaires pour la différence 3mois/post

Outcomes	Nombre de sujet	DM	95% IC	Valeur de p
VAS	126	0,58	[-0,44 ; 1,60]	0,27
NDI	126	-0,74	[-4,83 ; 3,36]	0,72

VAS : Visual Analogue Scale ; NDI : Neck Disability Index

Tableau 5 : Effets de la RV sur les outcomes secondaires pour la différence 3 mois/pré.

Outcomes	Nombre de sujet	DM	95% IC	Valeur de p
VAS	126	-035,	[-1,19 ; 0,50]	0,42
NDI	126	-0,86	[-5,41 ; 3,70]	0,71

VAS : Visual Analogue Scale ; NDI : Neck Disability Index

L'ensemble des tables des calculs effectués est disponible en **Annexes 9, 10 et 11.**

5. Discussion

5.1 Résultats de la méta-analyse

Cette méta-analyse sur le traitement de la kinésiophobie ne montre pas d'effet significatif en faveur de l'un des deux groupes. Parmi les études sélectionnées, seule celle de Tejera et al. (2020) montre une diminution significative de la kinésiophobie dans le temps dans les deux groupes et ne montre une différence significative inter-groupe seulement pour l'évaluation à trois mois en faveur du groupe RV. Les deux traitements semblent diminuer de manière similaire la kinésiophobie. Pour ce même outcome, Sarig Bahat et al. (2015) ne montrent aucune différence significative, que ce soit en intra ou inter-groupe. Finalement, Sarig Bahat et al. (2018) ne montre pas de différence significative intergroupe mais montre une différence significative intra-groupe uniquement pour le groupe RV.

5.2 L'effet de la RV sur la kinésiophobie chez les patients atteints de cervicalgies

De manière générale, aucune méta-analyse ou revue systématique ne traite directement de l'effet de la RV immersive sur la kinésiophobie dans une population adulte atteinte de cervicalgies chroniques. Elle est certaine fois évoquée, mais n'est jamais décrite à proprement parler. Il n'existe également aucune étude comparative évaluant la kinésiophobie en tant qu'outcome primaire.

Il peut être intéressant de se pencher sur les effets de la RV sur la kinésiophobie dans le cadre d'autres pathologies musculo-squelettiques. En effet, l'étude de Brea-Gómez et al (2021) a évalué les effets d'un traitement de physiothérapie et d'exercices de RV, comparé à un traitement de physiothérapie et d'exercices sans RV, sur une population atteinte de lombalgies chroniques. Un effet significatif en faveur des groupes avec de la RV en post-intervention à court terme et à six mois de suivi pour la kinésiophobie a été montré. Cependant, il n'y a pas eu de différenciation entre les différents types de RV dans l'étude, sur des traitements de quatre, huit ou douze semaines.

Ensuite, il est important de noter qu'il n'existe actuellement aucune revue systématique ou méta-analyse évaluant l'effet de la RV sur la kinésiophobie comme outcome primaire au sein des populations atteintes de troubles musculo-squelettiques. De manière générale, les différentes études ne concluent pas sur les résultats spécifiques à la kinésiophobie. Selon Luque-Suarez et al. (2019) la kinésiophobie toucherait entre 50% et 70% des sujets souffrants de douleurs chroniques. De futures études devraient donc l'évaluer en tant qu'outcome primaire, que ce soit au niveau des études comparatives ou des revues systématiques, afin d'avoir des analyses focalisées sur la kinésiophobie. Luque-Suarez et al. (2019) appuient ce postulat en ajoutant que cette nécessité est due au possible impact négatif de la kinésiophobie sur l'adhérence aux traitements et que cela demanderait des stratégies thérapeutiques spécifiques à cette problématique.

5.3 L'effet de la RV sur les outcomes secondaires

Dans cette revue – méta-analyse, seule l'outcome de douleur pour la différence post/pré montre un effet significatif en faveur de la RV. La méta-analyse de Ahern et al. (2020) a montré des résultats statistiquement significatifs mais cliniquement non-significatifs en faveur des groupes RV pour la diminution de l'intensité de la douleur, pour une population souffrant de cervicalgies. Cette méta-analyse n'a inclus que les articles utilisant de la RV immersive. Concernant, l'analyse de l'outcome du NDI, aucun effet en faveur de l'un des deux groupes a été démontré. Des résultats similaires ont été trouvés par Ahern et al., (2020), dans une même population.

Un parallèle avec la lombalgie chronique peut être réalisé pour ces deux outcomes. Brea-Gómez et al (2021) montre également une diminution significative de l'intensité de la douleur lors des évaluations post-interventions et à six mois, pour une population atteinte de lombalgies chroniques. Comme décrit précédemment, les traitements appliqués n'étaient pas uniquement composés de RV mais une combinaison de physiothérapie et d'exercices de RV. Ahern et al. (2020) ont montré des résultats similaires, avec des effets à court terme en faveur de la RV. Concernant l'effet de la RV sur l'évolution du NDI, Ahern et al., (2020) ont montré un effet clinique significatif en faveur des groupes RV comparé aux contrôles pour l'outcome du handicap sur une population atteinte de lombalgies chroniques. À l'inverse, Brea-Gómez et al (2021) n'ont montré aucun effet en faveur de l'un des deux groupes.

Les cervicalgies et lombalgies sont deux pathologies complexes et multifactorielles. Plusieurs facteurs de risque communs existent : obésité, caractéristiques du travail, sédentarité (Hidalgo et al., 2017 ; Patrick et al., 2014). Plusieurs facteurs de chronicisation sont les mêmes dans ces deux pathologies : stress, anxiété, dépression (Patrick et al., 2014). De plus, les colonnes cervicales et lombaires constituent les zones les plus mobiles de la colonne vertébrale, ont des caractéristiques biomécaniques similaires et sont toutes deux susceptibles d'être touchées par diverses pathologies. Ainsi, comme décrit précédemment, Brea-Gómez et al (2021) montrent une diminution significative de l'intensité de la douleur lors d'une intervention combinée de RV et physiothérapie, chez une population atteinte de lombalgie chronique. Ces résultats peuvent donc suggérer qu'une prise en soins combinée de physiothérapie et d'exercices en RV pourraient être bénéfique dans la prise en charge de la douleur chez les patients atteints de cervicalgies chroniques. De futures études pourraient évaluer cette interaction.

L'étude de Luque-Suarez et al. (2019) montre qu'un niveau élevé de kinésiophobie est associé à un haut niveau d'intensité de douleur, de sévérité de la douleur, de handicap et à un bas niveau de qualité de vie. De plus, un haut niveau de kinésiophobie prédit un haut niveau de sévérité de la douleur et de handicap à six mois, mais ne prédit pas de changement dans l'intensité de la douleur. Ainsi, la corrélation entre ces différents paramètres signale la nécessité d'évaluer ces différents outcomes lors des traitements indiqués en cas de kinésiophobie, et de continuer à évaluer leurs interactions. Cela permettrait d'évaluer les

interactions que pourrait avoir les différents traitements proposés et leurs impacts sur le niveau de sévérité de l'intensité de la douleur et du handicap.

5.4 Limites et biais des études sélectionnées

5.4.1 Limites

L'article de Tejera et al. (2020) montre d'un calcul de taille d'échantillon. Le calcul a été réalisé pour avoir une puissance suffisante pour l'outcome d'intensité de douleurs cervicales et non sur l'évaluation de kinésiophobie. L'article de Sarig Bahat et al (2015) est une étude pilote et ne présente pas de calcul de taille d'échantillon. L'article de Sarig Bahat et al. (2018) ne présente pas de calcul de taille d'échantillon. Ainsi, seulement un des trois articles présente ce calcul, basé sur l'outcome de la douleur. Ce point limite la puissance individuelle de chaque article à démontrer un effet sur la kinésiophobie.

Les articles de Sarig Bahat et al. (2015) et Sarig Bahat et al. (2018) ont été dirigés par la même autrice principale. Il y a donc un risque qu'une partie de la population soit la même entre les deux études. Cependant, il n'est pas fait état de la localisation de la population sélectionnée dans l'étude de Sarig et al. (2018). De plus, le risque d'avoir la même population est minime car il y a une grande différence de taille d'échantillon (32 pour Sarig Bahat et al. (2015) ; 90 pour Sarig Bahat et al. (2018)) et trois ans d'écart entre les études. Il n'est pas à exclure qu'une partie de l'échantillon soit composée des mêmes sujets.

5.4.2 Risques de biais

Les principaux biais retrouvés dans les différents articles sont l'absence de mise en aveugle des participants et des thérapeutes. Cependant, dû au caractère technique particulier de la RV et aux modalités de réalisation des exercices actifs sous la supervision d'un thérapeute, il semble complexe de recevoir et de donner un de ces traitements en aveugle. Néanmoins, Garcia et al. (2021) ont réalisé un placebo de RV en utilisant un système RV monté sur la tête avec une image en 2D non-interactive avec une musique neutre. La mise en aveugle des patients et des thérapeutes semble possible via un système similaire. Ensuite les évaluateurs des trois articles étaient en aveugle.

Un autre biais est le taux de drop-out dans les études de Sarig Bahat et al. (2015) et de Sarig Bahat et al. (2018). En additionnant les populations de chaque groupe des études sélectionnées, 86% du groupe RV et 94% du groupe contrôle ont été évalués pour la kinésiophobie en post-intervention. A l'évaluation à trois mois post-intervention, seulement 73% du groupe RV et 79% du groupe contrôle ont été évalués. De plus, l'étude de Sarig Bahat et al. (2018) représente le plus haut taux de drop-out des études sélectionnées, avec 40% de drop-out dans le groupe RV et 39% dans le groupe contrôle (à trois mois). Elle représente entre 40,2 et 52,5 % du poids de chaque analyse réalisée dans cette revue ([Figure 5](#), [Figure 6](#), [Figure 7](#), [Figure 8](#) et [Figure 9](#))

5.5 Effets secondaires de la RV

Des effets secondaires ont pu être observés dans groupes RV des trois études, il s'agit du mal du mouvement. Ces effets n'ont pas été décrits dans les groupes contrôles.

Weech et al. (2019) définissent le mal du mouvement (cybersickness) comme l'ensemble de symptômes d'inconfort et de malaise produits par l'exposition à la RV. Le mal du mouvement est généralement classé comme une forme de mal des transports induit visuellement. Il décrit tout mal produit par l'observation d'un mouvement visuel. Il est distinct, mais symptomatiquement similaire, du mal des simulateurs, qui est produit par les simulateurs de véhicules. Le mal du mouvement est caractérisé par une prévalence de symptômes de désorientation. De nombreux individus en font l'expérience dans la RV, d'autres semblent être résistants aux symptômes. Les facteurs de causalité ont été identifiés comme les décalages entre les signaux sensoriels observés et attendus, l'auto-mouvement, les caractéristiques de l'affichage visuel, et l'expérience de jeu. Différents questionnaires évaluant le mal du mouvement sont présentés dans la littérature comme le Motion Sickness Questionnaire (Yildirim, 2020) ou le Simulator Sickness Questionnaire (Cuevas et al., 2013). Cliniquement, cet inconfort pourrait influencer l'investissement et la compliance des patients dans ces traitements. Effectivement, d'après Pot-Kolder et al. (2018), le mal du mouvement, effet secondaire négatif de l'exposition à la RV, est associé à l'abandon du traitement.

Tejera et al. (2020) mentionnent que ce paramètre n'a pas été pris en compte et que sa mesure pourrait influencer ses effets sur les sujets de l'étude. Sarig Bahat et al. (2015) ont évalué lors de la dernière semaine à l'aide d'une échelle visuelle analogique (0-100mm) l'intensité moyenne des vertiges. Sarig Bahat et al. (2015) ne décrivent pas de lien entre les vertiges et le mal des transports. Sarig Bahat et al. (2015) reportent également avoir exclu deux sujets, qui décrivaient ressentir ces effets secondaires, lorsque ceux-ci étaient annoncés avant la randomisation. Dans la même étude, deux drop-out ont eu lieu après la randomisation dans le groupe contrôle car ils présentaient ces effets secondaires. Des pauses plus importantes ont dû être mises en place entre les modules de RV pour les sujets présentant un mal des transports. Cela peut créer un biais dans l'évaluation des sujets présentant ou non ce mal lors des évaluations. Sarig Bahat et al. (2018) ne présentent pas non plus d'évaluation du mal des transports chez ses sujets, l'article faisant seulement état des sujets abandonnant à cause de ce mal lors de l'étude.

Le mal des transports, s'il n'est pas quantifié, peut, comme l'évoque Tejera, et al. (2020), influencer les résultats des études. Les effets secondaires doivent être évalués et pris en considération dans la prise en charge pour adapter le traitement et éviter l'abandon.

5.6 Modalités de traitements et compliance

Deux modalités de traitement différentes ont été utilisées dans les trois études sélectionnées. Tejera et al. (2020) ont mis en place des thérapies supervisées et pour les articles de Sarig

Bahat et al. (2015) et Sarig Bahat et al. (2018), il s'agit de thérapie non supervisée (hormis pendant une séance de vingt minutes lors de la première séance et les ajustements fait une fois par semaine). Matarán-Peñarrocha et al. (2020) ont étudié l'amélioration dû aux exercices supervisés ou non supervisés. Ils en déduisent qu'il y avait une amélioration plus importante dans le groupe supervisé, mais aucune différence significative d'un point de vue clinique.

Cette différence de modalités ouvre la question de la compliance du traitement à domicile. En effet, cette dernière peut être considérée comme un biais car elle n'est pas évaluée de la même manière entre le groupe RV et le groupe contrôle dans deux des trois articles. Les études de Sarig Bahat et al. (2015) et Sarig Bahat et al. (2018), ont deux outils de mesure différents. La compliance du groupe RV a été évaluée par le biais des données récupérées dans les ordinateurs liés aux casques, et par un journal d'exercice complété par le sujet pour le groupe contrôle. De plus, ces méthodes d'évaluation montrent au sein de l'article de Sarig Bahat et al. (2018) une observance des traitements moins élevée dans le groupe intervention. Cette donnée peut influencer les effets du traitement et ainsi fausser les résultats de l'étude. À l'inverse, Tejera et al. (2020) ne rencontre pas de biais de compliance car l'ensemble des traitements ont été effectués sous supervision.

Les études manquent d'informations sur les éventuelles thérapies additionnelles que les sujets auraient pu recevoir en parallèle ou en complément pendant le temps d'intervention et sur les trois mois post-intervention. Seul l'article de Sarig Bahat et al. (2015) souligne qu'il n'y a pas eu de traitement physiothérapeutique complémentaire durant la période de traitement. Il n'est également pas fait état des éventuelles activités, sport ou autre facteur pouvant influencer sur les différents outcomes évalués. En pratique clinique, il est courant qu'un patient suive différentes thérapies. Cependant, dans ces conditions, cette pluralité thérapeutique est connue et est prise en compte dans la prise en soins. Dans une étude, il semble important de préciser les thérapies additionnelles pour les prendre en compte dans les résultats propres aux traitements évalués.

5.7 Forces et limites de la revue

Les forces de cette revue sont les multiples. La grille de qualité JBI a été utilisée pour évaluer la qualité méthodologique des études sélectionnées. De plus, la revue n'a inclus que des ERC, et a utilisé des critères d'inclusion et d'exclusions précis. Une autre force de cette revue est la réalisation d'une méta-analyse comprenant l'ensemble de la littérature actuelle sur le sujet. Cependant, cette force est modérée par un faible nombre d'article. L'absence d'hétérogénéité est également l'une des forces de cette revue. Cependant, ce paramètre est grandement sous l'influence du nombre d'articles sélectionnés.

Comme précédemment décrit, l'une des limites de cette revue est le peu d'articles qui la composent. Le fait d'inclure uniquement trois études constitue une faible base de données et entraîne une diminution de la puissance des résultats. Cependant, les articles sélectionnés constituent les seules études étudiant les effets de la RV sur une population atteinte de cervicalgies chroniques, et étudient la kinésiophobie en tant qu'outcome secondaire. Il n'existe

à ce jour, aucune ERC étudiant la kinésiophobie en tant qu'outcome primaire. Ainsi comme décrit précédemment, les tailles d'échantillon n'ont pas été calculées sur la kinésiophobie, car elle est évaluée en tant qu'outcome secondaire, et ainsi la puissance des résultats peut être diminuée. Une autre limite de cette revue est l'âge moyen des populations incluses (compris entre $26,68 \pm 9,21$ et 48 ans). Ainsi les résultats peuvent ne pas être applicables à une population plus jeune ou plus âgée. La présente revue est également soumise à la qualité méthodologique des études sélectionnées, qui ont été précédemment décrites. Les points principaux limitant les résultats est le manque de mise en aveugle des sujets et des thérapeutes dans toutes les études et le suivi incomplet des sujets des études de Sarig Bahat et al. (2015) et de Sarig Bahat et al. (2018). Une dernière limitation de la revue est le manque d'expérience et de connaissances spécifiques des auteurs dans la réalisation de ce type de travail. En effet, selon Maisson (2010), "il est toujours préférable d'initier ce type de travail en collaboration avec un méta-analyste expérimenté". Cette dernière a pu être réalisée grâce aux conseils du directeur TP, aux recherches personnelles des auteurs AC et VL et à l'utilisation de l'article de Gedda (2015).

5.8 Implications cliniques

En vue des limites de la revue en elle-même et des études sélectionnées, ce travail n'est pas assez puissant pour statuer d'un effet en faveur des groupes RV sur la diminution de la kinésiophobie chez une population atteinte de cervicalgies chroniques.

Globalement, les résultats des études sélectionnées pris individuellement sont hétérogènes. Tejera et al. (2020) montrent une diminution de la kinésiophobie dans le temps dans les deux groupes, avec une diminution significative en faveur du groupe RV à trois mois post-intervention. Sarig Bahat et al. (2018) ne montrent pas de différence entre les deux groupes, mais montrent une diminution significative intra groupe en post-intervention et à trois mois pour le groupe RV. Enfin Sarig Bahat et al. (2015) ne montrent aucune différence entre les groupes. Ainsi, aucun résultat significatif ne sort de ces articles. Malgré cela, une diminution du score au TSK est observable dans chaque groupe aux cours du temps. Les thérapies de RV et contrôles semblent influencer positivement sur la kinésiophobie. Les résultats de la présente revue – méta-analyse ne montrent pas de différence entre les deux thérapies. Le recours à l'un de ces deux traitements pourrait donc être pertinent chez les patients atteint de cervicalgie chronique afin de traiter la kinésiophobie.

Ainsi, plusieurs paramètres doivent être pris en compte pour définir le choix thérapeutique. L'un d'eux est le coût du matériel. L'achat des casques de RV, le coût de la maintenance, des mises à jour et possiblement des formations complémentaires dans le but d'améliorer les compétences techniques des thérapeutes, peuvent être un frein à intégrer cette thérapie dans des petites structures ou pour des traitements à court terme. Les exercices non immersifs de Tejera et al. (2020) ou le laser de Sarig Bahat et al. (2018) semblent être des solutions moins coûteuses dans ces conditions. À l'inverse, dans le cadre d'une thérapie à long terme, de plusieurs mois, l'achat ou la location d'un tel matériel de RV peuvent être amorti. Cependant, aucunes preuves des effets à court, moyen ou long terme n'existent à ce jour, et demandent encore à être étudiées.

Tejera et al. (2020) ont proposé des traitements en centre et Sarig Bahat et al. (2015) et Sarig Bahat et al. (2018) des traitements à domicile. Cela ouvre la question de la compliance aux traitements des deux types de thérapies. En effet, en pratique clinique, il est difficile de suivre la compliance des patients face à des exercices à domicile actifs non-immersifs, car ce suivi repose la plupart du temps sur les dires du patient et l'évaluation en séance du physiothérapeute. Le système informatique pourrait permettre une évaluation de l'utilisation du système RV à domicile, la bonne réalisation des exercices ainsi que les progressions du patient sur les exercices, via les données récupérées par le système. Sarig Bahat et al. (2018) ont récupéré les données de compliance via un système similaire. Ensuite, la possibilité de réaliser la RV à domicile pourrait permettre aux patients ayant un emploi du temps peu flexible ou ayant des freins au déplacement, de suivre une thérapie. Il semble donc indispensable de comparer des protocoles précis de RV à domicile à des exercices actifs non-immersifs, d'évaluer leurs effets sur les outcomes de kinésiophobie, de douleurs et de handicap, ainsi que la compliance. Il semble également nécessaire de comparer ces traitements.

Cependant, des barrières liées aux compétences pourraient se révéler des freins à la mise en place de thérapie de RV. Les patients peuvent rencontrer des difficultés à utiliser l'interface de ces systèmes informatiques, à domicile. En effet, une formation succincte du thérapeute pourrait ne pas suffire pour des patients peu familiers de ces technologies. Cela pourrait limiter la réalisation des exercices et la compliance. Le succès ou l'implémentation de ce type de thérapies, en clinique ou à domicile, reposerait également sur l'intérêt et la compréhension des patients du traitements. Il pourrait être intéressant d'évaluer l'effet perçu des traitements de RV comparés à des exercices actifs. Le Global Perceived Effect (GPE) permet cette évaluation. Il a été évalué dans les trois études sectionnées, mais n'a pas été inclut dans ce travail, car ne répondait pas à la problématique. Pour intégrer ces thérapies dans la clinique, l'intérêt des thérapeutes peut également avoir un impact. Une formation du thérapeute peut être nécessaire pour la gestion du matériel et son enseignement.

Par cette revue, il paraît pertinent de s'interroger sur la place du physiothérapeute lors de traitements par RV immersive lors de pratique en centre. En effet, les auteurs font l'hypothèse que ce type de RV pourrait diminuer les interactions avec le patient, ce qui pourrait entraîner une possible réticence de certains thérapeutes. Ainsi, ce questionnement pourrait faire l'objet de recherches supplémentaires.

6. Conclusion

Au terme de cette étude, une réponse partielle peut être apporté à la question « quel est l'intérêt de la RV immersive dans la gestion de la kinésiophobie chez les patients souffrants de cervicalgies chroniques, comparé aux exercices actifs non immersifs ? ». L'hypothèse principale des auteurs était que la thérapie par la RV immersive permettrait une diminution plus importante de la kinésiophobie comparé à des thérapies d'exercices actifs, grâce à la distraction induite par ce système.

Cependant, les résultats de cette méta-analyse ne montre pas d'effet en faveur de l'un des deux groupes. Ce travail a permis de mettre en évidence les lacunes de la littérature scientifique actuelle sur le sujet. En effet, comme décrit précédemment, les études sélectionnées dans cette revue sont les trois seules incluant l'évaluation de la kinésiophobie dans un comparatif entre de la thérapie par RV immersive et des exercices actifs. De plus, la kinésiophobie n'est l'outcome principale dans aucune d'entre elles. Ainsi, il est difficile de conclure sur une différence entre ces deux formes de traitements.

Ainsi, le manque d'articles et les biais précédemment décrits ne permettent pas de conclure sur la présence ou non d'une différence entre les deux types de traitement. Il semble donc important de continuer à évaluer les effets de la RV immersive sur la kinésiophobie chez les patients atteints de cervicalgies chroniques comparés à des exercices actifs et notamment en tant qu'outcome primaire. Les outcomes de douleurs et de handicap semblent également intéressant à explorer, malgré le fait qu'ils soient déjà plus évalués dans la littérature. L'interaction entre ces paramètres et l'influence des traitements sur ceux-ci semblent également une piste intéressante à approfondir pour les futures études.

Les différentes modalités de traitements en centre ou à domicile ouvrent également la question de l'intérêt de ces types de modalités sur cette population, et demande donc de futures études pour les comparer directement.

En conclusion, les résultats de ce travail constituent une première forme de réponse à cette problématique et mettent en lumière la nécessité de réaliser plus d'études comparatives dans ce domaine, pour permettre la réalisation de futures revues systématiques ou méta-analyses avec une plus grande puissance.

Liste de références

- Afzal, M. W., Ahmad, A., Mohseni Bandpei, M. A., Gilani, S. A., Hanif, A., & Waqas, M. S. (2022). Effects of virtual reality exercises and routine physical therapy on pain intensity and functional disability in patients with chronic low back pain. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 72(3), 413-417. <https://doi.org/10.47391/JPMA.3424>
- Ahern, M. M., Dean, L. V., Stoddard, C. C., Agrawal, A., Kim, K., Cook, C. E., & Narciso Garcia, A. (2020). The Effectiveness of Virtual Reality in Patients With Spinal Pain : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Practice: The Official Journal of World Institute of Pain*, 20(6), 656-675. <https://doi.org/10.1111/papr.12885>
- Ahmadpour, N., Randall, H., Choksi, H., Gao, A., Vaughan, C., & Poronnik, P. (2019). Virtual Reality interventions for acute and chronic pain management. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 114, Article 105568. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2019.105568>
- Asiri, F., Reddy, R. S., Tedla, J. S., AlMohiza, M. A., Alshahrani, M. S., Govindappa, S. C., & Sangadala, D. R. (2021). Kinesiophobia and its correlations with pain, proprioception, and functional performance among individuals with chronic neck pain. *PLoS One*, 16(7), Article e0254262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254262>
- Barnsley, L., Lord, S., & Bogduk, N. (1994). Whiplash injury. *Pain*, 58(3), 283-307. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(94\)90123-6](https://doi.org/10.1016/0304-3959(94)90123-6)
- Bier, J. D., Scholten-Peeters, W. G. M., Staal, J. B., Pool, J., van Tulder, M. W., Beekman, E., Knoop, J., Meerhoff, G., & Verhagen, A. P. (2018). Clinical Practice Guideline for Physical Therapy Assessment and Treatment in Patients With Nonspecific Neck Pain. *Physical Therapy*, 98(3), 162-171. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx118>
- Boonstra, A. M., Schiphorst Preuper, H. R., Reneman, M. F., Posthumus, J. B., & Stewart, R. E. (2008). Reliability and validity of the visual analogue scale for disability in patients with chronic musculoskeletal pain. *International Journal of Rehabilitation Research. Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale De Recherches De Readaptation*, 31(2), 165-169. <https://doi.org/10.1097/MRR.0b013e3282fc0f93>
- Brea-Gómez, B., Torres-Sánchez, I., Ortiz-Rubio, A., Calvache-Mateo, A., Cabrera-Martos, I., López-López, L., & Valenza, M. C. (2021). Virtual Reality in the Treatment of Adults with Chronic Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(22), Article 11806. <https://doi.org/10.3390/ijerph182211806>
- Bussi eres, A. E., Stewart, G., Al-Zoubi, F., Decina, P., Descarreaux, M., Hayden, J., Hendrickson, B., Hincapi , C., Pag , I., Passmore, S., Srbely, J., Stupar, M., Weisberg, J., & Ornelas, J. (2016). The Treatment of Neck Pain-Associated Disorders and Whiplash-Associated Disorders : A Clinical Practice Guideline. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 39(8), 523-564.e27. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.08.007>
- Cohen, S. P., & Hooten, W. M. (2017). Advances in the diagnosis and management of neck pain. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 358, Article j3221. <https://doi.org/10.1136/bmj.j3221>

Crombez, G., Vlaeyen, J. W., Heuts, P. H., & Lysens, R. (1999). Pain-related fear is more disabling than pain itself : Evidence on the role of pain-related fear in chronic back pain disability. *Pain*, 80(1-2), 329-339. [https://doi.org/10.1016/s0304-3959\(98\)00229-2](https://doi.org/10.1016/s0304-3959(98)00229-2)

Cuevas, B. G., & Aguayo, L. V. (2013). Efectos secundarios tras el uso de realidad virtual inmersiva en un videojuego. [Side-effects of a videogame with immersive virtual reality.]. *International Journal of Psychology & Psychological Therapy*, 13, 163-178. <https://psycnet.apa.org/record/2013-21905-002>

De Vroey, H., Claeys, K., Shariatmadar, K., Weygers, I., Vereecke, E., Van Damme, G., Hallez, H., & Staes, F. (2020). High Levels of Kinesiophobia at Discharge from the Hospital May Negatively Affect the Short-Term Functional Outcome of Patients Who Have Undergone Knee Replacement Surgery. *Journal of Clinical Medicine*, 9(3), Article 738. <https://doi.org/10.3390/jcm9030738>

Fouquet, B., & Borie, M.-J. (2004). Approche multidisciplinaire des cervicalgies communes. *Revue du Rhumatisme*, 71(8), 665-669. <https://doi.org/10.1016/j.rhum.2004.05.003>

Fusco, A., & Tieri, G. (2022). Challenges and Perspectives for Clinical Applications of Immersive and Non-Immersive Virtual Reality. *Journal of Clinical Medicine*, 11(15), Article 4540. <https://doi.org/10.3390/jcm11154540>

Garcia, L. M., Birkhead, B. J., Krishnamurthy, P., Sackman, J., Mackey, I. G., Louis, R. G., Salmasi, V., Maddox, T., & Darnall, B. D. (2021). An 8-Week Self-Administered At-Home Behavioral Skills-Based Virtual Reality Program for Chronic Low Back Pain : Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial Conducted During COVID-19. *Journal of Medical Internet Research*, 23(2), Article e26292. <https://doi.org/10.2196/26292>

Gedda, M. (2015). Traduction française des lignes directrices PRISMA pour l'écriture et la lecture des revues systématiques et des méta-analyses. *Kinésithérapie, la Revue*, 15(157), 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2014.11.004>

Geisser, M. E., Haig, A. J., & Theisen, M. E. (2000). Activity Avoidance and Function in Persons with Chronic Back Pain. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 10(3), 215-227. <https://doi.org/10.1023/A:1026666403039>

Gray, S. A. O. (2013). Maladaptive Behavior. In F. R. Volkmar (Éd.), *Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders* (p. 1796-1796). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1698-3_239

Haldeman, S., Carroll, L., Cassidy, J. D., Schubert, J., & Nygren, Å. (2009). The Bone and Joint Decade 2000–2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders : Executive Summary. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*, 32(2), S7-S9. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2008.11.005>

Hidalgo, B., Hall, T., Bossert, J., Dugeny, A., Cagnie, B., & Pitance, L. (2017). The efficacy of manual therapy and exercise for treating non-specific neck pain : A systematic review. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 30(6), 1149-1169. <https://doi.org/10.3233/BMR-169615>

International association for the study of pain. (2012a). *Introduction* <https://iaspfiles.s3.amazonaws.com/production/public/2021/Introduction.pdf>

International association for the study of pain. (2012b). *Spinal Pain, Section 1 : Spinal and Radicular Pain Syndromes*.
https://iaspfiles.s3.amazonaws.com/production/public/2021/PART_I-C.pdf

Jones, C., & Sterling, M. (2021). Clinimetrics : Neck Disability Index. *Journal of Physiotherapy*, 67(2), 144. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2020.09.001>

Jun, D., Zoe, M., Johnston, V., & O'Leary, S. (2017). Physical risk factors for developing non-specific neck pain in office workers : A systematic review and meta-analysis. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 90(5), 373-410. <https://doi.org/10.1007/s00420-017-1205-3>

Kim, R., Wiest, C., Clark, K., Cook, C., & Horn, M. (2018). Identifying risk factors for first-episode neck pain : A systematic review. *Musculoskeletal Science and Practice*, 33, 77-83. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2017.11.007>

Kortlever, J. T. P., Tripathi, S., Ring, D., McDonald, J., Smoot, B., & Laverty, D. (2020). Tampa Scale for Kinesiophobia Short Form and Lower Extremity Specific Limitations. *The Archives of Bone and Joint Surgery*, 8(5), 581-588. <https://doi.org/10.22038/abjs.2020.40004.2073>

Landers, M. R., Creger, R. V., Baker, C. V., & Stutelberg, K. S. (2008). The use of fear-avoidance beliefs and nonorganic signs in predicting prolonged disability in patients with neck pain. *Manual Therapy*, 13(3), 239-248. <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.01.010>

Lima Faria, L., Berney, S., Tartarat-Chapitre, M., & Schindler, M. (2019). [Neck pain : Which physical therapies are recommended ?]. *Revue Medicale Suisse*, 15(656), 1266-1271.

Lundberg, M., Styf, J., & Jansson, B. (2009). On what patients does the Tampa Scale for Kinesiophobia fit? *Physiotherapy Theory and Practice*, 25(7), 495-506. <https://doi.org/10.3109/09593980802662160>

Luque-Suarez, A., Martinez-Calderon, J., & Falla, D. (2019). Role of kinesiophobia on pain, disability and quality of life in people suffering from chronic musculoskeletal pain : A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 53(9), 554-559. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098673>

MacDermid, J. C., Walton, D. M., Avery, S., Blanchard, A., Etruw, E., McAlpine, C., & Goldsmith, C. H. (2009). Measurement Properties of the Neck Disability Index : A Systematic Review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(5), 400-417. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2930>

Maison, P. (2010). La méta-analyse sur données résumées. *Recherche en soins infirmiers*, 101(2), 18-24. <https://doi.org/10.3917/rsi.101.0018>

Malfliet, A., Kregel, J., Meeus, M., Cagnie, B., Roussel, N., Dolphens, M., Danneels, L., & Nijs, J. (2017). Applying contemporary neuroscience in exercise interventions for chronic spinal pain : Treatment protocol. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 21(5), 378-387. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.06.019>

Matarán-Peñarrocha, G. A., Lara Palomo, I. C., Antequera Soler, E., Gil-Martínez, E., Fernández-Sánchez, M., Aguilar-Ferrándiz, M. E., & Castro-Sánchez, A. M. (2020). Comparison of efficacy of a supervised versus non-supervised physical therapy exercise program on the pain, functionality and quality of life of patients with non-specific chronic low-

back pain: A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 34(7), 948-959. <https://doi.org/10.1177/0269215520927076>

O'Sullivan, P. (2005). Diagnosis and classification of chronic low back pain disorders: Maladaptive movement and motor control impairments as underlying mechanism. *Manual Therapy*, 10(4), 242-255. <https://doi.org/10.1016/j.math.2005.07.001>

Ortego, G., Villafañe, J. H., Doménech-García, V., Berjano, P., Bertozzi, L., & Herrero, P. (2016). Is there a relationship between psychological stress or anxiety and chronic nonspecific neck-arm pain in adults? A systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Research*, 90, 70-81. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychores.2016.09.006>

Patrick, N., Emanski, E., & Knaub, M. A. (2014). Acute and Chronic Low Back Pain. *Medical Clinics*, 98(4), 777-789. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2014.03.005>

Popescu, A., & Lee, H. (2020). Neck Pain and Lower Back Pain. *Medical Clinics*, 104(2), 279-292. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.11.003>

Pot-Kolder, R., Veling, W., Counotte, J., & van der Gaag, M. (2018). Anxiety Partially Mediates Cybersickness Symptoms in Immersive Virtual Reality Environments. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, 21(3), 187-193. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0082>

Rousseau, L., & Bachelon, M. (2017). Facteurs psychosociaux, douleur et kinésithérapie. *Kinésithérapie, la Revue*, 17(186), 33-43. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2017.01.009>

Sarig Bahat, H., Croft, K., Carter, C., Hoddinott, A., Sprecher, E., & Treleaven, J. (2018). Remote kinematic training for patients with chronic neck pain : A randomised controlled trial. *European Spine Journal*, 27(6), 1309-1323. <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5323-0>

Sarig Bahat, H., Takasaki, H., Chen, X., Bet-Or, Y., & Treleaven, J. (2015). Cervical kinematic training with and without interactive VR training for chronic neck pain—A randomized clinical trial. *Manual Therapy*, 20(1), 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.math.2014.06.008>

Sbardella, S., La Russa, C., Bernetti, A., Mangone, M., Guarnera, A., Pezzi, L., Paoloni, M., Agostini, F., Santilli, V., Saggini, R., & Paolucci, T. (2021). Muscle Energy Technique in the Rehabilitative Treatment for Acute and Chronic Non-Specific Neck Pain : A Systematic Review. *Healthcare*, 9(6), Article 746. <https://doi.org/10.3390/healthcare9060746>

Shahrbanian, S., Ma, X., Aghaei, N., Korner-Bitensky, N., Moshiri, K., & Simmonds, M. J. (2012). Use of virtual reality (immersive vs. non immersive) for pain management in children and adults: A systematic review of evidence from randomized controlled trials. *European Journal of Experimental Biology*, 2(5), Article 1408-22. <https://www.primescholars.com/articles/use-of-virtual-reality-immersive-vs-non-immersive-for-pain-management-in-children-and-adults-a-systematic-review-of-evid-91527.html>

Slater, M. (1999). Measuring presence: A response to the Witmer and Singer presence questionnaire. *Presence: teleoperators and virtual environments*, 8(5), 560-565. <https://doi.org/10.1162/105474699566477>

Swinkels-Meewisse, I. E. J., Roelofs, J., Schouten, E. G. W., Verbeek, A. L. M., Oostendorp, R. A. B., & Vlaeyen, J. W. S. (2006). Fear of Movement/(Re)Injury Predicting

Chronic Disabling Low Back Pain : A Prospective Inception Cohort Study. *Spine*, 31(6), 658-664. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000203709.65384.9d>

Tack, C. (2021). Virtual reality and chronic low back pain. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(6), 637-645. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1688399>

Tejera, D. M., Beltran-Alacreu, H., Cano-de-la-Cuerda, R., Leon Hernández, J. V., Martín-Pintado-Zugasti, A., Calvo-Lobo, C., Gil-Martínez, A., & Fernández-Carnero, J. (2020). Effects of Virtual Reality versus Exercise on Pain, Functional, Somatosensory and Psychosocial Outcomes in Patients with Non-specific Chronic Neck Pain : A Randomized Clinical Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), Article 5950. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165950>

Van Bogaert, W., Coppieters, I., Kregel, J., Nijs, J., De Pauw, R., Meeus, M., Cagnie, B., Danneels, L., & Malfliet, A. (2021). Influence of Baseline Kinesiophobia Levels on Treatment Outcome in People With Chronic Spinal Pain. *Physical Therapy*, 101(6), Article pzab076. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab076>

Weech, S., Kenny, S., & Barnett-Cowan, M. (2019). Presence and Cybersickness in Virtual Reality Are Negatively Related : A Review. *Frontiers in Psychology*, 10, 158. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2019.00158>

Weermeijer, J. D., & Meulders, A. (2018). Clinimetrics : Tampa Scale for Kinesiophobia. *Journal of Physiotherapy*, 64(2), 126. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.01.001>

Woby, S. R., Roach, N. K., Urmston, M., & Watson, P. J. (2005). Psychometric properties of the TSK-11 : A shortened version of the Tampa Scale for Kinesiophobia. *Pain*, 117(1), 137-144. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2005.05.029>

Xu, Y., Song, Y., Sun, D., Fekete, G., & Gu, Y. (2020). Effect of Multi-Modal Therapies for Kinesiophobia Caused by Musculoskeletal Disorders : A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(24), Article 9439. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249439>

Yale University. (2023). *Visual Analogue Scale*. <https://assessment-module.yale.edu/im-palliative/visual-analogue-scale>

Yildirim, C. (2020). Don't make me sick : Investigating the incidence of cybersickness in commercial virtual reality headsets. *Virtual Reality*, 24(2), 231-239. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00401-0>

Young, I. A., Dunning, J., Butts, R., Mourad, F., & Cleland, J. A. (2019). Reliability, construct validity, and responsiveness of the neck disability index and numeric pain rating scale in patients with mechanical neck pain without upper extremity symptoms. *Physiotherapy Theory and Practice*, 35(12), 1328-1335. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1471763>

Zeng, X., Zhang, Y., Kwong, J. S. W., Zhang, C., Li, S., Sun, F., Niu, Y., & Du, L. (2015). The methodological quality assessment tools for preclinical and clinical studies, systematic review and meta-analysis, and clinical practice guideline : A systematic review. *Journal of Evidence-Based Medicine*, 8(1), 2-10. <https://doi.org/10.1111/jebm.12141>

Bibliographie

Barker, T. H., Stone, J. C., Sears, K., Klugar, M., Tufanaru, C., Leonardi-Bee, J., Aromataris, E., & Munn, Z. (2023). The revised JBI critical appraisal tool for the assessment of risk of bias for randomized controlled trials. *JBI Evidence Synthesis*, 21(3), 494-506. <https://doi.org/10.11124/JBIES-22-00430>

Grassini, S. (2022). Virtual Reality Assisted Non-Pharmacological Treatments in Chronic Pain Management: A Systematic Review and Quantitative Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), Article 4071. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074071>

Gumaa, M., & Rehan Youssef, A. (2019). Is Virtual Reality Effective in Orthopedic Rehabilitation? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Physical Therapy*, 99(10), 1304-1325. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzz093>

Mallari, B., Spaeth, E. K., Goh, H., & Boyd, B. S. (2019). Virtual reality as an analgesic for acute and chronic pain in adults : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain Research*, 12, 2053-2085. <https://doi.org/10.2147/JPR.S200498>

Wittkopf, P. G., Lloyd, D. M., Coe, O., Yacoobali, S., & Billington, J. (2020). The effect of interactive virtual reality on pain perception : A systematic review of clinical studies. *Disability and Rehabilitation*, 42(26), 3722-3733. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1610803>

Annexes

Annexe 1 : Questionnaire TSK

Annexe 2 : Visual Analogue Scale

Annexe 3 : Questionnaire NDI

Annexe 4 : Tableaux descriptifs des critères d'inclusions et d'exclusion des études

Annexe 5 : Document d'extraction de données

Annexe 6 : Consensus des résultats de la grille JBI de l'article de Tejera et al. (2020)

Annexe 7 : Consensus des résultats de la grille JBI de l'article de Sarig Bahat et al. (2018)

Annexe 8 : Consensus des résultats de la grille JBI de l'article de Sarig Bahat et al. (2015)

Annexe 9 : Calcul des D de Cohen

Annexe 10 : Fiche de calcul de moyennes et des erreurs standards des différences post/pré et 3mois/pré

Annexe 11 : Tableau de calcul des différences 3mois/post et SE des différences

Annexe 1 : Questionnaire TSK

Evaluation de l'indice de kinésiophobie

ÉCHELLE TAMPA (TSK-CF)

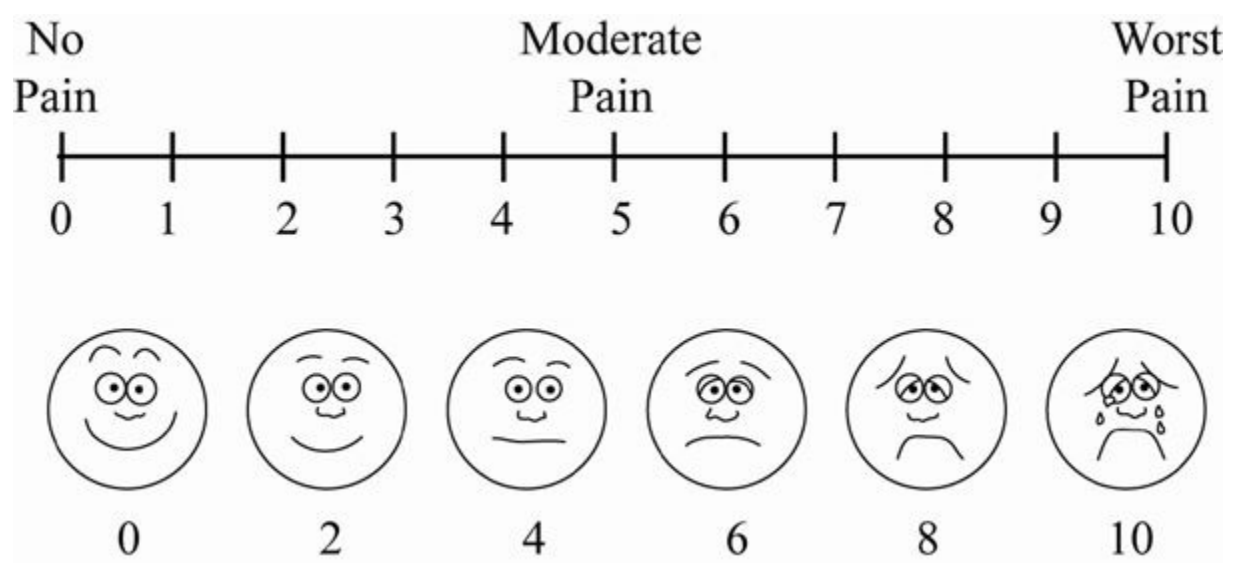
(Kori et al., 1990, traduite par GRISART & MASQUELIER, Cliniques Universitaires Saint-Luc, 1200 Bruxelles)

Même à cette époque de haute technologie, il ne faut pas négliger une des plus importantes sources d'information à votre sujet : il s'agit de vos sentiments ou de vos intuitions à propos de ce qui arrive à votre corps.

Répondez aux questions suivantes en utilisant l'échelle de droite. Répondez vraiment en fonction de votre impression et pas en fonction de ce que les autres pensent que vous devriez croire. Il ne s'agit pas d'un test de connaissance médicale. Nous voulons savoir comment vous voyez les choses.

	Consignes : Veuillez lire attentivement chaque question et encercler le numéro qui correspond le mieux à ce que vous ressentez.	Fortement en désaccord	Légèrement en désaccord	Légèrement en accord	Fortement en accord
1.	J'ai peur qu'en faisant de l'exercice, cela ne me blesse.	1	2	3	4
2.	Si je vais au-delà de mes limites pour dépasser la douleur, elle pourrait augmenter.	1	2	3	4
3.	Mon corps me dit que quelque chose ne va pas et que cela constitue un danger pour lui.	1	2	3	4
4.	Ma douleur serait probablement diminuée si je faisais de l'exercice. *	1	2	3	4
5.	Les gens ne prennent pas mon état de santé suffisamment au sérieux.	1	2	3	4
6.	Mon accident a fragilisé mon corps pour le reste de ma vie.	1	2	3	4
7.	La douleur signifie qu'il y a toujours une lésion.	1	2	3	4
8.	Ce n'est parce que quelque chose aggrave ma douleur que cela signifie que c'est dangereux *	1	2	3	4
9.	J'ai peur de me faire mal ou de me blesser par mégarde.	1	2	3	4
10.	En étant attentif à ne faire que des gestes adéquats, je peux éviter d'augmenter la douleur.	1	2	3	4
11.	Le maintien d'une telle douleur signifie que j'ai probablement quelque chose de grave.	1	2	3	4
12.	Malgré ma douleur, je serais mieux si j'avais plus d'activités physiques. *	1	2	3	4
13.	La douleur me fait savoir quand je dois arrêter mes exercices afin de ne pas entraîner des dommages corporels.	1	2	3	4
14.	Ce n'est pas vraiment très bon pour une personne dans un état comme le mien d'être physiquement active.	1	2	3	4
15.	Je ne peux pas tout faire comme les autres, sinon cela pourrait causer des lésions dans mon organisme.	1	2	3	4
16.	Même si certaines choses entraînent une douleur, je ne pense pas qu'elles soient réellement dangereuses. *	1	2	3	4
17.	Personne ne devrait faire de l'exercice lorsqu'il(elle) a mal.	1	2	3	4

Annexe 2 : Visual Analogue Scale



Tiré de Yale University, 2023

Annexe 3 : Questionnaire NDI

Nom: _____ D.D.N.: ____/____/____ Date: ____/____/____

Échelle d'incapacité Cervicale (NDI)

Veillez, s'il vous plaît, répondre à ce questionnaire. Il est conçu pour nous informer de l'effet de vos douleurs cervicales dans votre vie de tous les jours. S'il vous plaît, répondez à chacune des sections. Cochez **une seule case pour chaque section** qui vous décrit le mieux à **ce moment-même**. Il est à noter que ce questionnaire comporte deux pages.

Section 1 Intensité des douleurs cervicales

- ☐ Je n'ai pas de douleur en ce moment.
- ☐ La douleur est très légère en ce moment.
- ☐ La douleur est modérée en ce moment.
- ☐ La douleur est assez forte en ce moment.
- ☐ La douleur est très forte en ce moment.
- ☐ La douleur est la pire qu'on puisse imaginer en ce moment.

Section 2 Soins personnels (ex. se laver, s'habiller)

- ☐ Je peux faire mes soins personnels sans augmenter la douleur.
- ☐ Je peux faire mes soins personnels, mais cela augmente la douleur.
- ☐ C'est douloureux de faire mes soins personnels et je les fais lentement et avec précaution.
- ☐ J'ai besoin d'un peu d'aide, mais je peux faire la plupart de mes soins personnels.
- ☐ J'ai besoin d'aide tous les jours pour la plupart de mes soins personnels.
- ☐ Je ne m'habille pas, je me lave avec difficulté et je reste au lit.

Section 3 Soulever des charges

- ☐ Je peux soulever des objets lourds sans augmenter la douleur.
- ☐ Je peux soulever des objets lourds mais cela augmente la douleur.
- ☐ La douleur m'empêche de soulever des objets lourds à partir du sol, mais je peux les soulever s'ils sont bien placés (ex. sur une table).
- ☐ La douleur m'empêche de soulever des objets lourds, mais je peux soulever des objets légers ou moyens s'ils sont bien placés (ex. sur une table).
- ☐ Je peux seulement soulever des objets très légers.
- ☐ Je ne peux pas soulever, ni transporter.

Section 4 Lecture

- ☐ Je peux lire autant que je le veux, sans douleurs cervicales.
- ☐ Je peux lire autant que je le veux, avec de légères douleurs cervicales.
- ☐ Je peux lire autant que je le veux, avec des douleurs cervicales modérées.
- ☐ Je ne peux pas lire autant que je le veux, à cause de douleurs cervicales modérées.
- ☐ Je peux à peine lire, à cause de mes douleurs cervicales intenses.
- ☐ Je ne peux aucunement lire, à cause de mes douleurs cervicales.

Section 5 Maux de tête

- ☐ Je n'ai aucun maux de tête.
- ☐ J'ai des maux de tête légers et peu fréquents.
- ☐ J'ai des maux de tête modérés et peu fréquents.
- ☐ J'ai des maux de tête modérés et fréquents.
- ☐ J'ai des maux de tête intenses et fréquents.
- ☐ J'ai presque tout le temps des maux de tête.

Section 6 Concentration

- ☐ Je peux me concentrer complètement sans difficulté, quand je le veux.
- ☐ Je peux me concentrer complètement avec de légères difficultés, quand je le veux.
- ☐ Il m'est relativement difficile de me concentrer, quand je le veux.
- ☐ J'ai beaucoup de difficultés à me concentrer, quand je le veux.
- ☐ J'ai d'énormes difficultés à me concentrer, quand je le veux.
- ☐ Je n'arrive aucunement à me concentrer.

Section 7 Travail (professionnel ou personnel)

- ☐ Je peux travailler autant que je le veux.
- ☐ Je ne peux faire que mon travail courant, mais rien de plus.
- ☐ Je peux faire la plus grande partie de mon travail courant, mais rien de plus.
- ☐ Je ne peux pas faire mon travail courant.
- ☐ Je peux à peine travailler.
- ☐ Je ne peux aucunement travailler.

Section 8 Conduite

- ☐ Je peux conduire ma voiture sans aucune douleur.
- ☐ Je peux conduire ma voiture autant que je le veux, avec de légères douleurs.
- ☐ Je peux conduire ma voiture autant que je le veux, avec des douleurs modérées.
- ☐ Je ne peux pas conduire ma voiture autant que je le veux, en raison des douleurs modérées.
- ☐ Je ne peux à peine conduire en raison des douleurs intenses.
- ☐ Je ne conduis aucunement, à cause des douleurs.

Section 9 Sommeil (avec ou sans prise médicamenteuse)

- ☐ Mon sommeil n'est pas perturbé.
- ☐ Mon sommeil est à peine perturbé, moins de 1 heure sans dormir.
- ☐ Mon sommeil est un peu perturbé, 1-2 heures sans dormir.
- ☐ Mon sommeil est modérément perturbé, 2-3 heures sans dormir.
- ☐ Mon sommeil est très perturbé, 3-5 heures sans dormir.
- ☐ Mon sommeil est complètement perturbé, 5-7 heures sans dormir.

Section 10 Loisirs (cuisine, sport, activités manuelles)

- ☐ Je peux participer à toutes mes activités de loisirs sans aucune douleur.
- ☐ Je peux participer à toutes mes activités de loisirs, avec quelques douleurs.
- ☐ Je peux participer à la plupart de mes activités habituelles de loisirs, mais pas à toutes, à cause de la douleur.
- ☐ Je participe qu'à quelques unes de mes activités de loisirs habituelles, à cause de mes douleurs.
- ☐ Je peux à peine participer à des activités de loisirs, à cause de mes douleurs.
- ☐ Je ne peux pas participer à aucune activité de loisir, à cause de mes douleurs.

Annexe 4 : Tableaux descriptifs des critères d'inclusions et d'exclusion des études

Études	Tejera et al. 2020	Sarig Bahat et al. 2015	Sarig Bahat et al. 2018
Critères d'inclusion	<ul style="list-style-type: none"> Personnes atteintes de douleurs cervicales chroniques non spécifiques Douleur chronique non spécifique du cou Âge compris entre 18 et 65 ans. 	<ul style="list-style-type: none"> Personnes atteintes de 18 ans et plus, atteints de douleurs cervicales chroniques (+ de 3 mois) non spécifiques avec un score NDI >10% 	<ul style="list-style-type: none"> Patient souffrant de douleurs cervicales chroniques Adultes de 18 ans et plus Atteint de cervicalgie depuis plus de 3 mois Un score NDI > 12% Une EVA > 20mm sur la dernière semaine L'évaluation par la VR doit montrer une réduction de la vitesse moyenne d'une division standard (écart-type) par rapports aux valeurs contrôles.
Critères d'exclusion	<ul style="list-style-type: none"> Grossesse Cervicalgie spécifique causée par une métastase, une néoplasie, des troubles infectieux ou inflammatoires, des fractures osseuses ou des antécédents traumatiques avec lésions cervicales Signes neurologiques positifs ou preuves de compression spinale (sensibilité diffuse anormale, hyperréflexie ou faiblesse diffuse) Arthrose cervicale Spondylarthrite Cervicalgie associée à des vertiges (atteinte vestibulaire) Cervicalgie associée à un coup du lapin Chirurgies cervicales antérieures ; Maux de tête antérieurs à l'apparition de la cervicalgie et sans origine cervicale Incapacité à fournir un consentement éclairé 	<ul style="list-style-type: none"> Pathologie vestibulaire existante Fracture/dislocation cervicale Maladies systémiques Troubles neurologiques / cardiovasculaires / respiratoires affectant les performances physiques : antécédents de traumatisme crânien Grossesses 	<ul style="list-style-type: none"> Pathologie vestibulaire Fracture ou luxation cervicale Maladies systémiques Conditions neurologiques Maladies cardio-respiratoire affectant les performances physiques Historique de traumatisme de la tête Grossesse Impossibilité à donner le consentement ou de remplir les évaluations.

Annexe 5 : Document d'extraction de données

1- Calcul de taille d'échantillon :

Des informations sur le calcul d'échantillon sont présentes seulement pour l'article de Tejera et al. (2020). Il a été calculé par Tejera et al. (2020) pour avoir une puissance suffisante sur l'outcome principal (EVA), soit 36 personnes (avec 15% de marge pour les éventuelles pertes = 42 patients).

2- Descriptifs des traitements

Tejera et al. (2020) :

- Traitement du groupe RV :

Système de casque de réalité virtuelle : lunettes VR Vox Play avec un système de fixation HMD (poids 330 g) auquel était attaché un Smartphone (LG Q6).

Logiciel : deux applications mobiles, avec deux niveaux de difficulté. La première est "Fulldive VR" où seuls des mouvements d'inclinaison du cou sont nécessaires. La seconde est « VR Ocean Aquarium 3D », où des mouvements de flexion, d'extension, de rotation et d'inclinaison doivent être intégrés en plus d'un élément sensoriel (son de la mer).

- Traitement du groupe contrôle :

Exercices actifs : trois séries de dix répétitions de chaque exercice avec trente secondes de repos entre les exercices. Une correction verbale pouvait être nécessaire à la bonne exécution des exercices, les mêmes commandes verbales pour tous les participants. Il y avait trois types d'exercices :

- Exercice de flexion : en position assise, une balle placée entre le mur et le cou du patient qui effectuait une flexion contrôlée du cou avec une flexion crano-cervicale préalablement maintenue.
- Exercice d'extension : en position assise, le participant effectuait une extension contrôlée du cou et une flexion crano-cervicale avant de revenir à la position initiale.
- Exercice de rotation et d'inclinaison : en position assise, demande au sujet qui a préalablement effectué une flexion crano-cervicale pour activer la musculature des fléchisseurs profonds d'effectuer le mouvement.

Sarig Bahat et al. (2015)

- Traitement du groupe RV

Système de casque de réalité virtuelle : Oculus Rift DK1

Logiciel : Trois modules de RV, tous basés sur le même concept : un avion rouge virtuel contrôlé par le mouvement de la tête :

- Module ROM : Le participant doit aligner la tête du pilote avec les cibles jaunes en déplaçant la tête dans la direction des cibles. L'ordre d'apparition des cibles dans les différentes directions est aléatoire, de sorte que le participant ne peut pas prévoir où se trouve la prochaine cible. Le logiciel de RV a été conçu pour mettre à l'épreuve l'amplitude des mouvements de la tête du participant (à partir de la position médiane) en augmentant progressivement la ROM requise après avoir réussi à atteindre la cible. Après trois échecs consécutifs pour atteindre une cible dans une direction spécifique, l'enregistrement se terminait.
- Module de vitesse : seize cibles de balles jaunes sont affichées de manière aléatoire dans quatre directions différentes (flexion, extension, rotation à droite et à gauche). Le participant doit activer le jeu en positionnant la tête du pilote au centre d'un anneau rouge. L'anneau change de couleur, passant du rouge au vert, une fois la position médiane correcte atteinte pendant trois secondes. Une fois que l'anneau devient vert, une cible jaune apparaît, et le pilote doit s'arrêter. Le participant doit déplacer la tête dans cette direction dans un délai de cinq secondes avant que la cible ne disparaisse. La durée de vie de la cible est visualisée à l'aide d'un cercle vert autour de la cible qui diminue progressivement et fait office de minuteur. Cette fonction vise à motiver le participant à se déplacer rapidement vers la cible avant qu'elle ne disparaisse.
- Module de précision : Comprend une tâche de poursuite de la tête, pour entraîner le contrôle et la précision du mouvement cervical. Le participant devait maintenir la tête du pilote virtuel sur la cible alors qu'elle se déplace dans sa trajectoire vers le haut, le bas, la droite et la gauche.

- Traitement du groupe contrôle :

Exercices actifs : effectuer des activités avec un faisceau laser monté sur la tête et visant une affiche de 70 cm sur 70 cm. Les tâches des patients étaient similaires à celles des exercices de RV, comme suivre la ligne avec le laser, se déplacer rapidement d'un cercle à l'autre.

Le traitement pour le groupe intervention et le groupe contrôle sont identiques à ceux de Sarig Bahat et al. (2015).

3- Traitements additionnels :

Des informations sur la médication et une éventuelle prise en charge par un autre professionnel de santé durant l'intervention sont présent seulement dans l'article de Sarig Bahat et al. (2015) : soit 45% des patients prenaient régulièrement des médicaments (médicaments contre la douleur et médicaments systémiques (hypertension, hypercholestérolémie, thérapie hormonale)). De plus ces patients n'ont pas reçu de physiothérapie supplémentaire pendant la période d'intervention.

Annexe 6 : Consensus des résultats de la grille JBI de l'article de Tejera et al. (2020)



JBI Critical Appraisal Checklist for Randomized Controlled Trials

Reviewer AC et VL, synthèse des évaluations Date 15/01/23

Author Tejera et al. Year 2020 Record Number 1

	Yes	No	Unclear	NA
1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was allocation to treatment groups concealed?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were treatment groups similar at the baseline?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were participants blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were outcomes measured in a reliable way?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Was appropriate statistical analysis used?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include ☒ Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (Including reason for exclusion)

Annexe 7 : Consensus des résultats de la grille JBI de l'article de Sarig Bahat et al. (2018)



JBI Critical Appraisal Checklist for Randomized Controlled Trials

Reviewer AC et VL, synthèse des évaluations Date 15/01/23

Author Sarig Bahat et al. Year 2018 Record Number 2

	Yes	No	Unclear	NA
1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was allocation to treatment groups concealed?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were treatment groups similar at the baseline?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were participants blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized? <small>le groupe contrôle n'a pas été analysé à 3 mois et randomisé</small>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were outcomes measured in a reliable way?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Was appropriate statistical analysis used?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include ☒ Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (Including reason for exclusion)

Annexe 8 : Consensus des résultats de la grille JBI de l'article de Sarig Bahat et al. (2015)



JBI Critical Appraisal Checklist for Randomized Controlled Trials

Reviewer AC et VL, synthèse des évaluations Date 15/01/23

Author Sarig Bahat et al. Year 2015 Record Number 3

	Yes	No	Unclear	NA
1. Was true randomization used for assignment of participants to treatment groups? <small>utilisation d'une table de randomisation en bloc générée par une séquence informatisée</small>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Was allocation to treatment groups concealed?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Were treatment groups similar at the baseline?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Were participants blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Were those delivering treatment blind to treatment assignment?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Were outcomes assessors blind to treatment assignment?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Were treatment groups treated identically other than the intervention of interest?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Was follow up complete and if not, were differences between groups in terms of their follow up adequately described and analyzed?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Were participants analyzed in the groups to which they were randomized?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Were outcomes measured in the same way for treatment groups?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Were outcomes measured in a reliable way?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Was appropriate statistical analysis used?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Was the trial design appropriate, and any deviations from the standard RCT design (individual randomization, parallel groups) accounted for in the conduct and analysis of the trial?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Overall appraisal: Include ☒ Exclude ☐ Seek further info ☐

Comments (Including reason for exclusion)

Annexe 9 : Calcul des D de Cohen

Diff 3mois-pré	Mean VR	mean CRTL	SD VR	SD CRTL	d de cohen
TSK Tejera 2020	-10,81	-3,9	10,53	9,56	0,68
TSK Sarig 2018	-5,61	-4,85	12,5	8,3	0,07
TSK Sarig 2015	-1,23	-0,92	6,8	4,5	0,05
VAS Tejera 2020	-2,8	-2,55	2,74	2,49	0,10
VAS Sarig 2018	-2,21	-1,48	2,95	2,6	0,26
VAS Sarig 2015	-0,78	-0,71	1,66	1,99	0,04
NDI Tejera 2020	-8,77	-8,32	9,39	10,42	0,05
NDI Sarig 2018	-12,56	-9,84	20,2	16,4	0,15
NDI Sarig 2015	-6,92	-7,07	6	19,9	0,01
Diff 3mois-post	Mean VR	mean CRTL	SD VR	SD CRTL	d de cohen
TSK Tejera 2020	-6,81	-0,86	13,25	10,17	0,50
TSK Sarig 2018	-1,3	-1,74	10,35	11,53	0,04
TSK Sarig 2015	1,1	1,36	8,65	11,52	0,026
diff post-pré	Mean VR	mean CRTL	SD VR	SD CRTL	d de cohen
TSK Tejera 2020	-4	-3,04	12,87	10	0,08
TSK Sarig 2018	-3,14	-1,4	11,2	10	0,16
TSK Sarig 2015	-2,13	-1,5	4,2	8,3	0,10
VAS Tejera 2020	-2,3	-1,16	2,68	2	0,48
VAS Sarig 2018	-2,07	-0,58	3,29	2,96	0,48
VAS Sarig 2015	-1,25	-0,77	1,95	2,02	0,24
NDI Tejera 2020	-6,82	-6,64	9,17	10,75	0,02
NDI Sarig 2018	-8	-4,46	18,2	16,8	0,20
NDI Sarig 2015	-7,76	-5,64	6,2	7	0,32
Post intervention	Mean VR	mean CRTL	SD VR	SD CRTL	d de cohen
TSK Sarig 2018	31,77	34,09	6,94	8,49	0,30
VAS Sarig 2018	25,83	39,92	21,1	22,4	0,65
NDI Sarig 2018	21,7	25,09	14	12,9	0,25
3mois post-int	Mean VR	mean CRTL	SD VR	SD CRTL	d de cohen
TSK Sarig 2018	30,47	32,35	7,67	7,8	0,24
VAS Sarig 2018	25,43	35,26	23,1	24,1	0,42
NDI Sarig 2018	18,63	23,61	17,56	14,2	0,31
TSK Sarig 2018	31,77	34,09	6,94	8,49	0,30

CRTL = contrôle

Annexe 10 : Fiche de calcul de moyennes et des erreurs standards des différences post/pré et 3mois/pré

NDI							
Différence post/pré							
		Mean pré	Mean post	diff mean post-pré	SD Pré	SD post	SE pp
Post-pré	VR	13,72	6,9	-6,82	6,68	6,28	1,95
	Contrôle	14,09	7,45	-6,64	9,32	5,36	2,29
Différence 3mois/pré							
		Mean pré	Mean 3 mois	diff mean 3mois-pré	SD Pré	SD 3 mois	SE 3p
3mois-pré	VR	13,72	4,95	-8,77	6,68	6,6	2,00
	Contrôle	14,09	5,77	-8,32	9,32	4,67	2,22
TSK							
Différence post/pré							
		Mean pré	Mean post	diff mean post-pré	SD Pré	SD post	SE pp
Post-pré	VR	22,9	18,9	-4	7,11	10,73	2,74
	Contrôle	21,4	18,36	-3,04	6,63	7,48	2,13
Différence 3mois/pré							
		Mean pré	Mean 3 mois	diff mean 3mois-pré	SD Pré	SD 3 mois	SE 3p
3mois-pré	VR	22,9	12,09	-10,81	7,11	7,77	2,25
	Contrôle	21,4	17,5	-3,9	6,63	6,89	2,04
VAS							
Différence post/pré							
		Mean pré	Mean post	diff mean post-pré	SD Pré	SD post	SE pp
Post-pré	VR	4,97	2,67	-2,3	1,88	1,91	0,57
	Contrôle	4,27	3,11	-1,16	1,35	1,47	0,43
Différence 3mois/pré							
		Mean pré	Mean 3 mois	diff mean 3mois-pré	SD Pré	SD 3 mois	SE 3p
3mois-pré	VR	4,97	2,17	-2,8	1,88	1,99	0,58
	Contrôle	4,27	1,72	-2,55	1,35	2,09	0,53

Annexe 11 : Tableau de calcul des différences 3mois/post et SE des différences

Tejera et al. ,2020		mean post	mean 3mois	diff 3mois- post	SD post	SD mois ³	N	SE 3mois-post
TSK	VR	18,9	12,09	-6,81	10,73	7,77	22	2,824453286
	Control	18,36	17,5	-0,86	7,48	6,89	22	2,1681842
VAS	VR	2,67	2,17	-0,5	1,91	1,99	22	0,588070806
	Control	3,11	1,72	-1,39	1,47	2,09	22	0,544768508
NDI	VR	6,9	4,95	-1,95	6,28	6,6	22	1,942332244
	Control	7,45	5,77	-1,68	5,36	4,67	22	1,515653175
Sarig Bahat et al., 2015		mean post	mean 3mois	diff 3mois- post	SD post	SD mois ³	N	SE 3mois-post
TSK	VR	30,13	31,23	1,1	5,7	6,5	12	2,495662905
	Control	28,64	30	1,36	9,9	5,9	14	3,080120591
VAS	VR	2,21	2,695	0,485	2,41	1,65	12	0,843138976
	Control	2,772	3,033	0,261	2,19	1,85	14	0,766187221
NDI	VR	12,85	13,57	0,72	7,5	7,9	12	3,144572043
	Control	14	17	3	8,5	15,1	14	4,631106008
Sarig Bahat et al., 2018		mean post	mean 3mois	diff 3mois- post	SD post	SD mois ³	N	SE 3mois-post
TSK	VR	31,77	30,47	-1,3	6,94	7,67	29	1,920780193
	Control	34,09	32,35	-1,74	8,49	7,8	27	2,218775939
VAS	VR	2,583	2,543	-0,04	2,11	2,31	29	0,580968276
	Control	3,992	3,526	-0,466	2,24	2,41	27	0,63320759
NDI	VR	21,7	18,63	-3,07	14	17,56	29	4,170312152
	Control	25,09	23,61	-1,48	12,9	14,2	27	3,692083623