

Intérêt de la kinésithérapie dans le traitement de la maladie de parkinson idiopathique

C. BOUKADIR^{1,2}, LL. MAOUCHE³, C. LOUAZANI³, Z. BOUKARA³, W. AMER EL KHEDOUD^{1,2}

1 : Université des sciences de la santé d'Alger, faculté de médecine, département de médecine
2 : Service de Neurologie, EHS Ben Aknoun, Algérie
3 : Service MPR du CHU de Blida, Algérie

RÉSUMÉ

La maladie de parkinson (MP) est une pathologie neurodégénérative fréquente, caractérisée par une dégénérescence dopaminergique au niveau des noyaux gris centraux responsable de la « triade motrice (tremblement de repos, rigidité extrapyramidale et akinésie) et d'autres signes moteurs et non moteurs.

C'est une maladie invalidante avec souvent une altération de la qualité de vie et un impact socio-économique important.

Le traitement pharmacologique et chirurgical bien qu'efficaces pour quelques signes moteurs ont des effets limités sur d'autres complications motrices, notamment l'instabilité posturale surtout au stade évolué de la maladie.

La kinésithérapie représente un complément thérapeutique primordial dans la prise en charge des patients atteints de MP, voir même au stade précoce de la maladie, dès l'annonce diagnostique pour améliorer la mobilité et prévenir le risque de chute chez les patients parkinsoniens.

Cet article est une mise au point des différentes techniques de kinésithérapie recommandées dans le traitement de la MP à différents stades de la maladie, selon l'état du patient et les complications motrices associées dont le but est de sensibiliser et d'attirer l'attention des neurologues sur l'intérêt de l'éducation et la réadaptation fonctionnelle dans le traitement de cette maladie et d'orienter les spécialistes en réadaptation fonctionnelle et les kinésithérapeutes quant aux différents protocoles utilisés.

Mots clés : Maladie de parkinson, kinésithérapie, instabilité posturale, chutes, dégénérescence dopaminergique

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is a common neurodegenerative disorder, characterized by dopaminergic degeneration in the basal ganglia, responsible for the motor triad (resting tremor, extrapyramidal rigidity, and akinesia) and other motor and non-motor signs.

It is a disabling disease, often with impaired quality of life and significant socio-economic impact.

Pharmacological and surgical treatment, although effective for some motor signs, have limited effects on other motor complications, notably postural instability, especially in the advanced stage of the disease.

Physical therapy represents an essential therapeutic adjunct in the management of patients with PD, even in the early stages of the disease, as soon as the diagnosis is made, to improve mobility and prevent the risk of falls in Parkinson's patients.

This article is a clarification of the different physiotherapy techniques recommended in the treatment of PD at different stages of the disease, depending on the patient's condition and the associated motor complications. The aim is to raise awareness and draw the attention of neurologists to the importance of education and functional rehabilitation in the treatment of this disease and to guide functional rehabilitation specialists and physiotherapists regarding the different protocols used.

Keywords: Parkinson's disease, physiotherapy, postural instability, falls, dopaminergic degeneration.

INTRODUCTION

La maladie de parkinson (MP) est la deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer, caractérisée par une dégénérescence dopaminergique au niveau des noyaux gris centraux [12].

La maladie de Parkinson touche plus de 6 millions de personnes dans le monde, sa prévalence et son incidence augmentent avec l'âge, atteignant un pic au cours des septième et huitième décennies, avec une légère prédominance masculine. Les données disponibles suggèrent également une prévalence et une incidence plus élevées dans les pays occidentaux que dans les pays orientaux en raison du vieillissement rapide de la population [12].

La prise en charge de la (MP) présente de nombreux défis. Malgré un traitement pharmacologique optimal à base de Dopathérapie, de nombreux patients présentent de plus en plus des complications motrices et non motrices [9].

Le traitement chirurgical basé sur la neurostimulation du noyau sous-thalamique avec ses propres critères de sélection n'améliore pas les symptômes moteurs dopa-résistants tels que les troubles du contrôle postural et risque d'induire ou d'aggraver les troubles cognitifs de la maladie.

La kinésithérapie comme traitement adjuvant a démontré des effets bénéfiques sur les troubles de la marche, du contrôle postural et de l'équilibre chez ces patients parkinsoniens surtout au stade évolué de la maladie [13,4].

LES TROUBLES POSTURAUX DANS LA MP :

Dominés par les troubles de la marche et du contrôle postural

Les troubles de la marche chez les parkinsoniens se traduisent par une réduction de la vitesse de marche, de la longueur et de la cadence des pas (marche à petits pas); des difficultés à initier les pas; et un blocage de la marche [12,5].

Les troubles du contrôle postural au cours de la MP sont responsables de chutes et d'une altération de la qualité de vie. Ils comprennent l'instabilité posturale (retro/anté/latéropulsion), les troubles de la marche et du démarrage (en particulier le freezing), les troubles à l'orthostatisme (l'attitude en antéflexion). [6].

Les troubles du contrôle postural dans la MP résultent de l'anomalie conjointe de deux systèmes neuro-fonctionnels interdépendants : le système dopaminergique et le système cholinergique.

Il faut savoir que la MP est une alpha synucléinopathie, secondaire à l'accumulation anormale de l'alpha synucléine au niveau des neurones, corrélée au degré de sévérité clinique de la maladie (Figure 1) [6].

La progression de ce processus physiopathologique explique les signes cliniques au cours des différents stades de la maladie : d'abord au niveau du bulbe olfactif, le noyau dorsal moteur du nerf vague, le système nerveux entérique, les noyaux inférieurs du Raphé, le locus coeruleus et les centres bulbaire et médullaires somato- et viscéro-régulateurs. Cela correspond au stade (1) et (2), asymptomatique puis prodromique ce qui explique l'hyposmie, les signes dysautonomiques, les troubles du sommeil et de l'humeur qui peuvent précéder les symptômes moteurs de plusieurs années. [6].

Figure 1 Les stades neuropathologique de la MP [6].

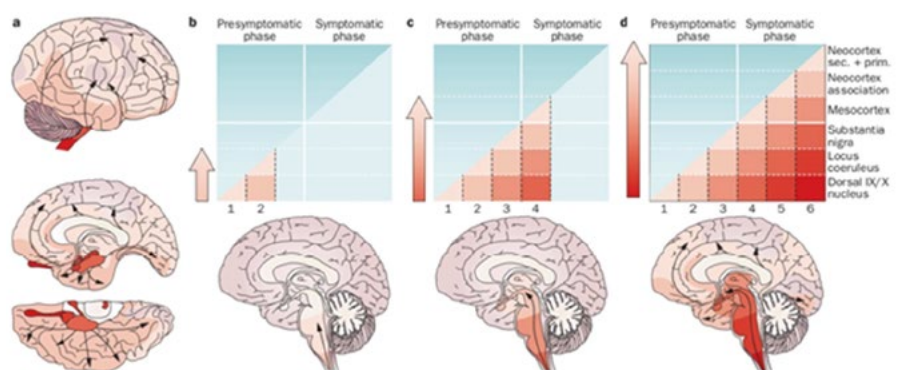
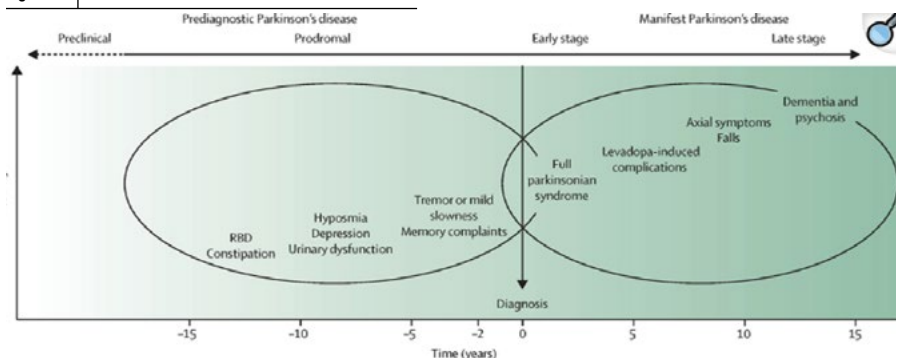


Figure 2 Les stades évolutifs de la maladie de Parkinson [1].



Ensuite, cette progression va atteindre aussi la substance noire compacta pour annoncer la phase symptomatique au stade (3) et cela se traduit par la triade parkinsonienne
Le cortex est atteint à partir du stade 4, avec une progression centripète, de sa périphérie au sillon central : cortex temporal trans-entorhinal, entorhinal et hippocampe, aires associatives sensitives et préfrontales de haut niveau (stade 5), aires associatives sensitivomotrices (cortex prémoteur) et cortex sensitivomoteur primaire (stade 6) (Figure2) ^[16].

Les troubles cognitifs et posturaux, apparaissent à partir du stade 5 et la démence au stade 6.

Le deuxième processus physiopathologique dans la MP est la déplétion dopaminergique qui est généralement de l'ordre de 70% au moment du diagnostic. ^[6]
Cette dégénérescence dopaminergique au niveau des ganglions de la base essentiellement au niveau du locus Niger est à l'origine d'une perte de la programmation et de l'exécution automatique des séquences motrices apprises (comme le balancement des bras, la longueur du pas, l'écriture, l'expression faciale). Les patients compensent par un contrôle attentionnel accru pour exécuter des gestes normalement automatiques traduisant une charge cognitive plus élevée même pour des gestes simples. Cette altération très précoce de l'automatisme est un facteur central dans la bradykinésie, les difficultés en multitâche, et la réduction de fluence motrice ^[7].

RÔLE DE L'INDIQUAGE (CUEING) DANS LA RÉÉDUCATION DE LA MP

L'indiquage (external cueing) désigne l'utilisation d'indices (stimuli) auditifs (métronome, musique rythmée) ^[8,9,30,31], visuels (lignes au sol, canne/chaussures laser) ^[12,33,34,35] ou somatosensoriels (vibration) pour faciliter la préparation, l'initiation et la régulation de la marche chez les parkinsoniens. Le cueing contourne la défaillance des ganglions de la base en s'appuyant sur des réseaux corticaux attentionnels et des mécanismes d'entraînement rythmique, ce qui améliore en particulier la longueur du pas, la vitesse et les épisodes de freezing of gait (FOG) ^[6,16, 17, 18].

EVALUATION DU HANDICAP MOTEUR CHEZ LES PARKINSONIENS AUX DIFFÉRENTS STADES ÉVOLUTIFS DE LA MALADIE :

Elle est faite par l'échelle d'Hoehn et Yahr pour suivre au long cours l'avancée de la maladie sur plusieurs dizaines d'années. Cette échelle comprend les items suivants :

Stade 1 : Atteinte unilatérale ne gênant pas la vie quotidienne.

Stade 2 : Atteinte unilatérale entraînant une gêne.

Stade 3 : Atteinte bilatérale, posture modifiée, pas de handicap grave. Gêne fonctionnelle dans les activités, mais autonomie complète.

Stade 4 : Développement complet de la maladie vers une incapacité sévère. Marche encore possible, autonomie limitée.

Stade 5 : Marche impossible (fauteuil roulant, alitement) perte complète de l'autonomie ^[19,20].

D'autres tests peuvent être utilisés comme : le Mini-BEST, l'Indice de marche dynamique, le Five Times Sit To Stand et l'échelle d'atteinte des objectifs SMART (Spécifiques, Mesurables, Atteignables, Réels et Temporels), fixés par le physiothérapeute et le patient en collaboration ^[3].

INTÉRÊT DE LA KINÉSITHÉRAPIE DANS LE TRAITEMENT DE LA MP :

La kinésithérapie a démontré son efficacité dans le maintien des capacités fonctionnelles des patients et dans la prévention des chutes.

Une étude rétrospective qui a été menée en France entre 2012 et 2019 pour évaluer l'efficacité de la kinésithérapie dans le traitement de de la MP incluant de 282 patients regroupés selon le nombre de séances de kinésithérapie hebdomadaires. Les résultats ont montré une diminution de 16 % du risque d'hospitalisation pour chute et de 14 % du risque de mortalité possiblement associée à la prévention des chutes par la kinésithérapie. ^[21].

LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE KINÉSITHÉRAPIE UTILISÉES DANS LE TRAITEMENT DE LA MP :

La kinésithérapie dans le traitement de la MP utilise l'éducation et le coaching pour responsabiliser le patient dans son autogestion. Les stratégies thérapeutiques les plus importantes utilisées sont l'exercice ; la pratique et l'entraînement aux stratégies compensatoires ^[22].

Les différentes études comparatives n'ont pas permis d'établir si une technique spécifique de kinésithérapie offre un bénéfice supérieur ^[23]

Les éléments ciblés par chaque technique concernent généralement la vitesse de marche ^[24], le temps de démarrage ^[25], le risque de chute ^[26], le score moteur UPDRS ^[27], la dépression ^[28,29] et la qualité de vie mesurés à l'aide du PDQ-39 ^[30].

1- Exercices d'aérobic ou exercice cardio :

L'exercice d'aérobic pourrait être une option pour résoudre les problèmes d'endurance réduite à la marche et améliorer le taux de consommation maximale d'oxygène chez les parkinsoniens lors de tests tels que le test de marche de 6 minutes ^[2,19,22,23, 31].

Les exercices les plus utilisés sont le vélo stationnaire, la marche sur tapis roulant.

L'intensité finale de l'exercice cible est généralement de 50 à 80 % de la réserve de fréquence cardiaque ^[2,32].

La durée de chaque séance d'exercice est de 30 à 50 minutes pour la plupart des études, tandis que la fréquence et la durée du programme sont généralement de trois à cinq séances par semaine pendant 8 à 24 semaines ^[32].

L'exercice aérobic réduit l'incidence des maladies cardiovasculaires et la mortalité chez les personnes atteintes de MP ^[33].

L'exercice aérobic pourrait même améliorer la qualité de vie ^[34], la cognition globale chez les parkinsoniens atteints de troubles cognitifs légers ou de démence ^[2].

2- Entraînement en résistance graduée

Les exercices de résistance progressive sont efficaces dans le traitement de la sarcopénie qui touche 20% des parkinsoniens en améliorant la force musculaire des jambes, la vitesse de la marche rapide et la qualité de vie.

Le programme comprend 30 à 40 minutes d'exercices de résistance par séance, deux à trois jours non consécutifs par semaine pendant 2 à 3 mois jusqu'à 24 mois.

La résistance initiale est généralement fixée à 8 à 12 répétitions maximales (RM), puis augmentée progressivement de 2 à 10 % si le patient parvient à effectuer deux à trois séries du même exercice à 8 à 12 RM facilement.

La résistance cible finale à la fin de l'entraînement est généralement de 70 à 80 % de RM ^[32].

3- Réalité virtuelle et jeux d'exercice (RV)

Les exercices intégrant (RV) peuvent améliorer la marche et l'équilibre et prévenir les chutes. Ils impliquent souvent l'utilisation de jeux vidéo dans un environnement de réalité virtuelle comme la Nintendo Wii ou la Xbox Kinect, ainsi que d'autres outils de RV personnalisés spécialement conçus pour traiter les troubles de la MP.

La durée du programme est de 5 à 8 semaines (45 à 60 minutes par séance, deux à trois séances par semaine) ^[2].

4- Marche nordique

Pour favoriser l'ajustement postural et réduire la rigidité axiale, consiste à utiliser deux bâtons de marche spécialement conçus, munis d'embouts en caoutchouc.

Le patient effectue des balancements de bras avec les bâtons tout en avançant, similaires aux mouvements observés en ski de fond. ^[2,27].

5- Indications sensorielles et entraînement aux stratégies de mouvement

Les indications sensorielles sont parfois associées à un entraînement aux stratégies de mouvement, qui consiste à apprendre aux parkinsoniens à concentrer leur attention sur le mouvement et à répondre aux signaux sensoriels afin d'améliorer les paramètres cinématiques de la marche, le franchissement d'obstacles et les virages. Cela comprend l'apprentissage de la planification à l'avance des mouvements à effectuer, leur répétition mentale avant leur exécution et leur concentration consciente pendant leur exécution. Les types d'indices couramment utilisés sont principalement de nature auditive, visuelle et somatosensorielle, à raison de 30 à 60 minutes d'entraînement par séance, deux à trois séances par semaine pendant une période de 4 à 12 semaines. ^[2,33].

Types d'indices et effets attendus :

- **Auditif (RAS : Rhythmic Auditory Stimulation)** : améliore la vitesse et la longueur du pas, avec la mobilité et la qualité de vie. ^[8,9,30,31]
- **Visuel (lignes, canne/chaussures laser)** : utile pour le FOG, améliore des paramètres spatio-temporels du premier pas (longueur, vitesse) et les oscillations posturales l'initiation et le demi-tour. ^[6,12,33,34, 35]
- **Somatosensoriel (vibration, tapotement)** : Recommandé comme option lorsque les modalités auditives/visuelles sont mal tolérées.
- **Cueing interne (stratégies attentionnelles)** : l'autoverbalisation du rythme (grand pas) et le comptage peuvent aider aussi ^[18].

Paramètres pratiques (prescription clinique) :

- **Choix du rythme** : caler le métronome/musique au tempo individuel $\pm 5-10\%$ selon l'objectif (par exemple $+10\%$ pour augmenter la longueur du pas et la vitesse ; -5% si instabilité) ^[9].
- **Dose et format** : sessions de 20-45 min, 3 fois par semaine, en blocs de 2-6 semaines, avec entraînement à domicile quand possible (applications musicales, RAS, dispositifs portables) ^[19].
- **FOG/turning** : privilégier les indices visuels (lignes/laser) + stratégies d'auto-verbalisation (grand pas, poids avant) ^[12,34, 35].
- **Dual-task** : introduire progressivement l'entraînement à la double-tâche après stabilisation du schéma avec cueing, pour limiter les blocages ^[10,31].
- **Individualisation** : l'efficacité varie selon le stade de la maladie ; l'intérêt des indices auditifs augmente avec la progression ^[9].
- **Hétérogénéité** : la diversité des protocoles justifie une personnalisation et un suivi objectif (vitesse, longueur du pas, FOG-Q, TUG) ^[10,31].

6- L'entraînement à l'observation d'action, l'entraînement à la marche à tâche unique et à la double tâche

Consiste à effectuer diverses activités de marche et d'équilibre en même temps que des tâches cognitives ou motrices des membres supérieurs comportaient une durée d'entraînement de 6 à 12 semaines (séances de 45 à 60 minutes, deux à trois séances par semaine).

Ces entraînements améliorent la vitesse de la marche, la longueur des enjambées et l'endurance. ^[2,3].

AUTRES TECHNIQUES

Thérapie par la danse au quelle s'ajoute la musicothérapie et la thérapie cognitive, tel que le tango, la danse irlandaise, la valse, le ballet... recommandée dès les premiers stades, avec un programme de 8 à 13 semaines, une à deux séances par semaine d'une heure et demi, pour des effets bénéfiques sur l'équilibre, la mobilité et l'endurance à la marche, les symptômes dépressifs et la qualité de vie. ^[2,3,23,36]

Exercices traditionnels chinois tel que le Tai Chi, Qi Gong et Yoga pour améliorer l'équilibre et la force musculaire. ^[2,29]

Exercices aquatiques ou la kiné-balnéothérapie : qui améliore la rigidité, la douleur, la mobilité, l'équilibre, et favorise le renforcement et d'endurance tel que le Ai chi qui combine le Tai chi et le Qi Gong pratiqués dans l'eau. ^[2,35,37,38]

Quand faut-il commencer la physiothérapie chez un parkinsonien ?

Selon les recommandations européennes de 2014, l'indication de la kinésithérapie dans le traitement de la MP se pose selon l'état fonctionnel du patient et le stade évolutif de la maladie (**Voir le tableau**) ^[3,39].

Stade de la maladie		Kinésithérapie
Début		Non systématique. Prise en charge d'un syndrome persistant malgré un traitement médical, éducation au bon exercice physique
Etat		Non systématique du sujet jeune, Plus précoce chez le sujet âgé, Apprentissage des exercices, entraînement actif et réapprentissage de séquences fonctionnelles comme la marche. Auto rééducation
Avancé		Systématique, plus ou moins continue au cabinet et au domicile
Tardive		Systématique, plus ou moins continue au cabinet et au domicile
Etat dupatient		Moyens de kinésithérapie
Patient nouvellement diagnostiqué	Sans handicap	Conseils pour rester actif physiquement et prévenir les complications secondaires
	Capacité physique réduite	Conseils, éducation et coaching visant à augmenter l'exercice aérobique Programmes d'exercices supervisés et personnalisés
Difficultés de transfert (se lever d'une chaise ou du lit, se retourner dans le lit...)		Entraînement au transfert (utilisation de signaux externes et cognitifs)
Difficultés à la marche		Rééducation de la marche avec signaux
Freezing		Entraînement sur tapis roulant, de signaux d'entraînement, Conseils, éducation visant à augmenter l'activité physique
Problèmes d'équilibre, y compris les chutes		Entraînement à l'équilibre Renforcement musculaire des membres inférieurs, conseils sur la sécurité à domicile, entraînement à la mobilité fonctionnelle, utilisation d'aides à la marche)
Difficultés dans les activités manuelles		Entraînement à l'initiation du mouvement pour atteindre et saisir des objets, formation sur les stratégies de signaux, Éducation sur les stratégies de mouvement
Patient alité		Entraînement pour améliorer les capacités physiques ou les limitations de mobilité fonctionnelle La prévention des escarres en augmentant la mobilité

CONCLUSION

La maladie de parkinson est une maladie invalidante qui nécessite une prise en charge multidisciplinaire, malgré le traitement médicamenteux voir même chirurgical, le handicap moteur continue de progresser. Le rôle de la kinésithérapie est de minimiser les complications secondaires grâce à une multitude d'exercices physiques, associés à l'éducation fonctionnelle. Dont l'objectif est de préserver l'autonomie du patient au maximum, prévenir les chutes, et améliorer sa qualité de vie.

DECLARATION DE CONFLITS D'INTERET

Les auteurs certifient qu'ils n'ont reçu aucun financement, avantage financier ou matériel, ni soutien institutionnel susceptible d'influencer le contenu de ce travail. Aucun conflit d'intérêts n'est déclaré.

BIBLIOGRAPHIE

- Eduardo Tolosa, MD1,2, Alicia Garrido, MD1,2, Sonja W. Scholz, MD3,4, Werner Poewe, MD5 Challenges in the diagnosis of Parkinson's disease. *Lancet Neurol.* 2021 May ; 20(5): 385-397. doi:10.1016/S1474-4422(21)00030-2.
- Marco YC Pang. Physiotherapy management of Parkinson's disease. *Journal of Physiotherapy* 67 (2021) 163-176. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2021.06.004>.
- Josefa Domingosa, Samyra H.J. Keusa, John Deand, Nienke M. de Vriesa, Joaquim J. Ferreirae,fg and Bastiaan R. Bloema, The European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease: Implications for Neurologists. *Journal of Parkinson's Disease* xx (20xx) x-xx 2 August 2018. DOI 10.3233/JPD-181383.
- M. Hubert. La maladie de Parkinson. L'eau qui coule ne gèle pas M. Hubert Parkinson's disease. The flowing water does not freeze. *Rev Med Brux* - 2011. 32 : 388- 92.
- C. Moreaua, S. Cantinauxb, A. Delvalc, L. Defebvea,*, J.-P. Azulayb .Les troubles de la marche dans la maladie de Parkinson : problème clinique et physiopathologique Gait disorders in Parkinson's disease: Clinical and pathophysiological approaches. *Revue neurologique* 166 (2010) 158-167.
- Claire EWENCZYK .Troubles du contrôle postural dans la Maladie de Parkinson Apport de l'étude des saccades oculaires et implication de la région locomotrice mésencéphalique, à l'interface entre contrôle moteur automatique, volontaire et vigilance. Thèse de doctorat de Neurosciences. le 29 septembre 2016.
- Tao Wu a, b, *, Mark Hallett c, Piu Chan a, b. Motor automaticity in Parkinson's disease. *Neurobiology of Disease* xxx (2014) xxx- xxx. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nbd.2015.06.014>.
- Ellen Lirani-Silva, PhD, Sue Lord, PhD, Dionne Moat, BSc, Lynn Rochester, PhD, and Rosie Morris, PhD* Auditory Cueing for Gait Impairment in Persons With Parkinson Disease: A Pilot Study of Changes in Response With Disease Progression. *Journal of Neurologic Physical Therapy* Volume 43, January 2019. DOI: 10.1097/NPT.0000000000000250.
- Shashank Ghai 1, Ishan Ghai 2, Gerd Schmitz 1 & Alfred D. Effenberg1. Effect of rhythmic auditory cueing on parkinsonian gait: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports.* (2018) 8, 506. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16232-5>
- Lei Wang1*, Jin-lin Peng2, Jian-bin Du-Yang3, Li Gan4, Shuai Zeng3, Hong-Yan Wang4, Guan-Chao Zuo4 and Ling Qiu3. Effects of rhythmic auditory stimulation on gait and motor function in Parkinson's disease: A meta-analysis of RCTs. *Neural Regeneration Research*, April 2022. doi: 10.3389/fneur.2022.819559.
- Xiaofan Ye1, Ling Li1, Rong He2, Yizhen Jia3 and Waisang Poon1*. Rhythmic auditory stimulation promotes gait recovery in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in neurology* ; 28 July 2022 DOI 10.3389/fneur.2022.940419.
- S. Donovan1, C. Lima1, N. Diazb, N. Brownerb, P. Rosea, L.R. Sudarskyd, D. Tarsya, S. Fahnb, D.K. Simona,*. Laser-light cues for gait freezing in Parkinson's disease. *Parkinsonism & Related Disorders* 17 (2011) 240-245. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2010.08.010>
- Mehri Salari, Ronak Rachdi, Feryel Momnelandi, Mehdi Bostan Shirin, Masoud Etimadifar. The effects of laser cane cues on the freezing of gait in Parkinson's disease patients can increase the laser light beam width plat a role? *Neurological Sciences*.2024. doi: 10.1007/s13760-024-02592-z.
- Wei Zhang 1,2,3†, Yun Han 4†, Yuanyuan Shi 4†, Shilei Yan 5, Wenjing Song 2, Guiyun Cui 2* and Jie Xiang 4*. Effects of wearable visual cueing on gait pattern and postural stability in Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology* ; 24 March 2023. DOI 10.3389/fneur.2023.107787114, 1077871. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1077871>
- Michelangelo bartolo 1 *, alberto castelli 1, Marzia calabrese 1, Giampiero buttacchio 1, chiara Zucchiella 2, stefano taMburini 3 et al. A wearable system for visual cueing gait rehabilitation in Parkinson's disease, a randomized non-inferiority trial. *European Journal of physical and rehabilitation Medicine* 2024 april;60(2):245-56 doi: 10.23736/s1973-908724.08381-3.
- Rocha PA, Porfirio GM, Ferraz HB, Trevisani VF. Effects of external cues on gait parameters of Parkinson's disease: A systematic review. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 124, 127-134. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2014.06.026>
- Sandi J. Spaulding, PhD, a Brittany Barber, MSc, a Morgan Colby Cueing and gait improvement among people with Parkinson's disease: A meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2013. 94:562-570. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.10.026>
- ElinorC. Harrison1, Adam P. Horin1 & Gammon M. Earhart1,2,3 Internal cueing improves gait more than external cueing in healthy adults and people with Parkinson disease. *Scientific Reports* (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33942-6>
- Jacqueline A. Osborne, PT, DPT1, Rachel Botkin, PT, MPT2, Cristina Colon-Semenza, PT, MPT, PhD3, Tamara R et al Physical therapist management of Parkinson disease (Clinical Practice Guideline). *Physical Therapy & Rehabilitation Journal | Physical Therapy*, 2022;102:1-36. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzab302>
- Coline CANAVESIO. Evaluation spécifique de l'équilibre et de la marche des patients parkinsoniens hospitalisés - Synthèse de revue de littérature. Année 2013 - 2014.
- Jérémy Dubois*, Nathalie Goutteb, Didier Samuelc. La kinésithérapie dans la prévention des hospitalisations et des décès dans le cadre d'une maladie de Parkinson idiopathique. *Communications orales des JFK* 2025. <https://10.1016/j.kine.2024.12.092>.
- Daniëlle L.M. Radder, Ingrid H. Sturkenboom, Marlies van Nimwegen, Samyra H. KeusBastiaan R. Bloem & Nienke M. de Vries. Physical therapy and occupational therapy in Parkinson's disease. *International journal of neuroscience*, 2017. <http://www.tandfonline.com/loi/ines20>
- Tomlinson CL, Herd CP, Clarke CE, Meek C, Patel S, Stowe R, Deane KHO, Shah L, Sackley CM, Wheatley K, Ives N . Physiotherapy for Parkinson's disease: a comparison of techniques (Review). Copyright © 2014 The Cochrane Collaboration. DOI: 10.1002/14651858.CD002815.pub2.
- Quincy J. Almeida and Haseel Bhatt. A Manipulation of Visual Feedback during Gait Training in Parkinson's Disease. *Hindawi Publishing Corporation Parkinson's Disease* Volume 2012, Article ID 508720, 7 pages doi:10.1155/2012/508720.
- Georg Ebersbach, MD,1* Almut Ebersbach, MD,1 Daniela Edler, MD,1 Olaf Kaufhold, BSc,1 Matthias Kusch, MD,1 Andreas Kupsch, MD,2 and Jo'rg Wissel, MD. Comparing Exercise in Parkinson's Disease—The Berlin LSVT1BIG Study. *Movement Disorders* Vol. 25, No. 12, 2010, pp. 1902-1908 2010 Movement Disorder Society. DOI: 10.1002/mds.23212.
- Fuzhong Li, Ph.D., Peter Harmer, Ph.D., M.P.H., Kathleen Fitzgerald, M.D., Elizabeth Eckstrom, M.D., M.P.H., Ronald Stock, M.D., Johnny Galver, P.T., Gianni Maddalozzo, Ph.D., and Sara S. Batya, M.D. Tai Chi and Postural Stability in Patients with Parkinson's Disease. *The new england journal of medicine.* february 9, 2012.
- I. Reuter, I.2 S. Mehnert, I. P. Leone, I. M. Kaps, I. M. Oechsner, I.3 and M. Engelhardt, I.4. Effects of a Flexibility and Relaxation Programme, Walking, and Nordic Walking on Parkinson's Disease. *Journal of Aging Research* Volume 2011, Article ID 232473, 18 pages .doi:10.4061/2011/232473.
- Jianing Tian 1, Yujie Kang 1, Peifeng Liu 2 1 and Hongyan Yu 1. Effect of Physical Activity on Depression in Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022, 19, 6849. <https://doi.org/10.3390/ijerph19116849>.
- Pei-Ling Wu 1, Megan Lee 2, Tzu-Ting Huang 3,4 *Effectiveness of physical activity on patients with depression and Parkinson's disease: A systematic review. *PLOS ONE* | July 27, 2017. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0181515>.
- Margaret Schenkman, Deborah A. Hall, Anna E. Barón, Robert S. Schwartz, Pamela Mettler and Wendy M. Kohrt. Exercise for People in Early- or Mid-Stage Parkinson Disease: A 16- Month Randomized Controlled Trial. *Journal of american therapy association.* July 19, 2012. doi: 10.2522/ptj.20110472.
- K.Y. Mak, PhD* and Marco Y.C. Pang, PhD. Balance Self-Efficacy Determines Walking Capacity in People with Parkinson's Disease Margaret. 2008 Movement Disorder Society. <https://doi.org/10.1002/mds.22251>.
- Mohannad A. Almkhlaifi, PharmD, PhD. The role of exercise in Parkinson's Disease. *Neurosciences* 2023; Vol. 28 (1): 4-12 doi: 10.17712/nsj.2023.1.20220105.
- Sabine Schootmeijer 1# The Author(s) 2020 & Niccolini M. van der Kolk 1 & Bastiaan R. Bloem 1 & Nienke M. de Vries 1. Current Perspectives on Aerobic Exercise in People with Parkinson's Disease. *Neurotherapeutics*. 17 August 2020. <https://doi.org/10.1007/s13311-020-00904-8>.
- Hai-Feng Shu, Tao Yang, Si-Xun Yu, Hai-Dong Huang, Ling-Li Jiang, Jian-Wen Gu, Yong-Qin Kuang*. Aerobic Exercise for Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PLOS ONE*. July 2014 | Volume 9 Issue 7 | e100503. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100503>.
- Karen Léonarda Pascal Gouillyb Michaël Vander Marenc. Place de la kinésithérapie dans la maladie de Parkinson : recommandations cliniques et littéraires Physiotherapy in Parkinson's disease: Clinical guidelines and literature.. *Kinesither Rev* 2014;14(154):30-34.
- Giuseppe Rabin, Claudia Meli, Giulia Prodomi, Chiara Speranza, Federica Anzini, Giulia Funghi, Enrica Pierotti, Francesca Saviola, and alTongo and physiotherapy intervention in parkinson's disease: a pilot study of efficacy outcomes on motor and cognitive skills. *Nature Portfolio Scientific Reports* | (2024) 14:11855. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-62786-6>.
- Jamile V. Aquatic therapy versus conventional land-based therapy for parkinson's disease: an open-label pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2011;92(8):1202-10.
- Aan Feng Terrens, Sze-Ee Soh & Prue Elizabeth Morgan. The efficacy and feasibility of aquatic physiotherapy for people with Parkinson's disease: a systematic review. *disability and rehabilitation*, 2017 <https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1362710>.