

# ml mains libres

**physiothérapie  
ostéopathie  
thérapies manuelles**

N° 4	Décembre 2024
41 <sup>e</sup> année	ISSN 1660-8585

**Positionnement optimal  
de l'accéléromètre pour  
mesurer l'activité physique**

**Périodisation de l'entraînement  
selon le cycle menstruel  
chez les athlètes féminines**

**Inclusivité des personnes  
transgenres en ostéopathie:  
obstacles et perspectives**

**Neurofeedback pour  
la rééducation post-AVC  
des membres supérieurs**

**Dry needling pour  
la tendinopathie calcifiante  
de la coiffe: étude de cas**

**Transition de *Mains Libres*  
à l'Accès Libre: le compte  
à rebours est lancé**

***Tribune libre*: « I have a dream »**

[www.mainslibres.ch](http://www.mainslibres.ch)

# Ginphys

Le logiciel des physios et ostéos

Plus de 250 cabinets nous font confiance.  
Nous reprenons les données de Prophy.

**Complet**  
**Fiable**  
**Évolutif**

Cocktail dynamique de fonctions informatiques pour optimiser la gestion de votre cabinet.



JLE Informatique

[www.jle.ch](http://www.jle.ch)

[info@jle.ch](mailto:info@jle.ch)

021 903 55 02

Services et développements professionnels depuis 1989

1061

# MedUnivers+

VENTE DE MATÉRIEL MÉDICAL & PARAMÉDICAL

**QUALITÉ**  
**RAPIDITÉ**  
**FIABILITÉ**

## CONSOMMABLES MATÉRIELS

- UNE OFFRE COMPLÈTE DE SONDES
- POUR LA RÉÉDUCATION PÉRINÉALE
- SONDE VAGINALE OVA PERIFORM

TOUTES NOS SONDES ET CONSOMMABLES SONT SUR

[WWW.MEDUNIVERS.CH](http://WWW.MEDUNIVERS.CH)



 [medunivers.ch](https://www.instagram.com/medunivers.ch)

 [MedUnivers.ch](https://www.facebook.com/MedUnivers.ch)

 +41 (0) 21 311 4444

 [MedUnivers](https://www.linkedin.com/company/MedUnivers)



1085

## Sommaire

- 222** **Éditorial.** Le sexe et le genre, des facteurs déterminants en santé  
*François VERMEULEN*
- 223** **Dans ce numéro...**
- 226** **Transition de *Mains Libres* vers l'accès libre: le compte à rebours est lancé!**  
*Claude PICHONNAZ*
- 227** **Évaluation du positionnement optimal d'un accéléromètre pour mesurer la durée et le type d'activité physique – une étude préliminaire**  
*Mathilde BERGER, Sacha GUITTENY, Nahime AL ABIAD, Jules RONNÉ, Laurence Chèze, Martine BERTRAND, Thomas ROBERT*
- 237** **Périodisation de l'entraînement des athlètes féminines euménorrhéiques en fonction du cycle menstruel: une synthèse narrative**  
*Anna STITELMANN, Anne-Violette BRUYNEEL, Carina ENEA, Nathalie BOISSEAU*
- 247** **Obstacles, attentes et propositions pour l'inclusivité des personnes transgenres dans la prise en charge en ostéopathie: un examen de portée (scoping review)**  
*Hannah MURARECI-FLAUJAT, Hakim MHADHBI, Mathieu MÉNARD*
- 259** **Neurofeedback: une intervention innovante pour la rééducation des membres supérieurs après un accident vasculaire cérébral**  
*Martina COSCIA, Pierre NICOLO*
- 265** **Efficacité du dry needling chez une patiente atteinte de tendinopathie calcifiante de la coiffe des rotateurs – une étude de cas**  
*César NATALE, Benjamin HIDALGO*
- 272** **Nouvelles de santé**  
*Résumés par Yves LAREQUI*
- 275** **Lu pour vous**
- 276** **Quand la science s'amuse**
- 278** **Agenda.** Manifestations, cours, congrès
- 280** **Tribune libre.** «I have a dream!»  
*Yves LAREQUI*

### IMPRESSUM

*Mains Libres*, journal scientifique interdisciplinaire destiné aux physiothérapeutes/kinésithérapeutes, ostéopathes, praticiens en fasciathérapie, posturologie, chaînes musculaires et autres praticiens de santé.

*Mains Libres* est un journal partenaire de **physiovaud**, **physiogenève**, **physiojura**, l'**Association suisse des physiothérapeutes indépendants (ASPI)**, **physiofribourg**, **physiovalais**, la **Société cantonale d'ostéopathie-Vaud**, la **Société intercantonale d'ostéopathie Jura/Neuchâtel/Berne** et l'**Union Professionnelle de Médecine Ostéopathique (UPMO)**, Belgique.

#### Responsables de publication de ce numéro

Nicolas Forestier  
François Vermeulen

#### Édition

Mains Libres  
Yves Larequi et coll.  
28, route de la Moubra  
CH-3963 Crans-Montana  
info@mainslibres.ch  
www.mainslibres.ch

#### Coédition



Médecine & Hygiène  
Chemin de la Mousse 46  
CH-1225 Chêne-Bourg

#### Rédaction

**Rédacteur en chef:** Claude Pichonnaz  
**Rédacteur en chef adjoint:** Pierre Nicolo  
**Rédacteurs associés:** Christophe Baur, Anne-Violette Bruyneel, Étienne Dayer, Nicolas Forestier, Claude Gaston, Walid Salem, Paul Vaucher, François Vermeulen

#### Parution

4 numéros par année (41<sup>e</sup> année)

#### Abonnement

[http://www.mainslibres.ch/larevue\\_abonnement.php](http://www.mainslibres.ch/larevue_abonnement.php)  
Suisse: 68.– CHF/France et Belgique: 75 €  
Étudiants: 50 % (présenter un justificatif)  
Banque: Postfinance SA, CH-3000 Berne  
Compte: 12-8677-8  
IBAN: CH08 0900 0000 1200 8677 8  
BIC: POFICHBEXX

L'abonnement est gratuit pour les membres de physiovaud, physiogenève, physiojura, Société cantonale d'ostéopathie-Vaud, Société Intercantonale Jura-Neuchâtel d'Ostéopathie (SIJNO), Union Professionnelle de Médecine Ostéopathique (UPMO) (Belgique) (compris dans la cotisation de membre)

#### Tirage

2550 ex.

#### Impression

AVD Goldach AG, CH-9403 Goldach

#### Publicité

Médecine & Hygiène / Charles Gattobigio  
charles.gattobigio@medhyg.ch  
Tél.: +41 (0)79 743 01 10

#### Comité de lecture

[www.mainslibres.ch/comitelecture](http://www.mainslibres.ch/comitelecture)



**François Vermeulen**  
Genève, rédacteur associé  
de *Mains Libres*, département de chirurgie,  
Hôpitaux universitaires de Genève  
francois.vermeulen@hug.ch

# Éditorial

## Le sexe et le genre, des facteurs déterminants en santé

*Mains Libres* 2024; 4: 222-223 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.222

Le sexe et le genre sont deux concepts distincts bien que souvent confondus. Le premier se réfère aux caractéristiques biologiques d'un individu, telles que les chromosomes, les hormones et les organes sexuels. Si les hommes et les femmes partagent un génome commun, des différences sexuelles anatomiques, physiologiques et hormonales, constituant ce que l'on appelle le dimorphisme sexuel, peuvent induire des variations notables dans la performance sportive et la vulnérabilité aux pathologies<sup>(1-4)</sup>. Le sexe biologique influence notamment la réponse aux infections, les signes et symptômes cliniques, ainsi que la réponse au traitement<sup>(5)</sup>. Ces différences ont dès lors des implications importantes sur la prévention, le diagnostic et le traitement des maladies.

Citons par exemple le cas de la rupture du ligament croisé antérieur. Le risque de lésion de ce type est, de manière générale, accru chez les femmes, possiblement en lien avec des aspects hormonaux<sup>(6)</sup>. Il a notamment été observé que ce risque variait au cours du cycle hormonal<sup>(7)</sup>. Par ailleurs, l'évolution fonctionnelle ainsi que le délai de retour à l'activité sportive est plus favorable chez les hommes<sup>(8)</sup>. Ce dernier point pouvant, entre autres, être lié à des facteurs psychologiques, amenant certains auteurs à proposer des interventions psychologiques spécifiques au sexe dans le cadre de la prise en charge à la suite d'une reconstruction du ligament croisé antérieur<sup>(9)</sup>.

L'impact du sexe sur l'approche diagnostique des médecins a également été étudié. Certains résultats montrant qu'à situation clinique similaire, un recours à un nombre plus important d'examen médicaux chez les hommes que chez les femmes<sup>(10)</sup>. En termes de traitements proposés, le sexe du ou de la patiente n'est également pas un facteur neutre. Des approches thérapeutiques différentes ont ainsi été observées en fonction de ce facteur<sup>(11)</sup>. De manière complémentaire, il est aussi intéressant de noter que le sexe du ou de la médecin n'est pas non plus un élément neutre concernant le type de traitement proposé<sup>(12)</sup>. Ceci pouvant être observé jusque dans l'accès aux soins palliatifs<sup>(13)</sup>.

Les aspects socioculturels ne sont pas en reste. Les stéréotypes et les biais sexistes ont profondément influencé la participation des femmes au sport<sup>(14)</sup>. Celles-ci étant encore parfois confrontées à des attentes qui peuvent limiter leurs opportunités et leurs performances<sup>(15,16)</sup>.

Enfin, et plus largement, des études récentes soulignent la nécessité d'intégrer le sexe comme variable fondamentale dans la recherche biomédicale. En effet, la prédominance de modèles animaux mâles limite la transposabilité des résultats aux femelles, tandis que la sous-représentation des femmes dans les essais cliniques limite la compréhension des différences sexuelles en matière de réponse thérapeutique<sup>(1)</sup>.

Le genre, quant à lui, englobe les rôles, les comportements et les identités associés à la masculinité et à la féminité, l'identité de genre ne se limitant pas à un système binaire<sup>(17)</sup>. Construit à l'intersection des facteurs biologiques, sociaux et culturels, le genre peut notamment influencer de manière significative les comportements de sollicitations de soins et les décisions thérapeutiques<sup>(18)</sup>. Les possibles discriminations et stigmatisations ainsi que le manque de connaissances des professionnels de santé peuvent également dissuader les personnes LGBTQIA+ de consulter ou les conduire à des expériences de soins négatives. Cela peut entraîner des retards ou des refus de soins, avec de potentielles répercussions sur leur santé et leur bien-être en général. Les personnes transgenres, en particulier, sont confrontées à des défis, notamment concernant l'accès aux soins de santé et les discriminations dans les milieux médicaux<sup>(19-20)</sup>.

Au cours du temps, il est devenu évident que le sexe et le genre sont des facteurs déterminants de la santé<sup>(21)</sup>. Comprendre les mécanismes biologiques, psychologiques et sociaux sous-jacents aux différences de chacune et de chacun et les intégrer dans la pratique clinique est essentiel. Il est dès lors indispensable que, d'une part, les prestataires de soins de santé soient mieux informés-es et mieux sensibilisés-s aux besoins des différents profils évoqués plus haut et que, d'autre part, la recherche médicale intègre ces nuances afin de mieux comprendre et répondre à leurs problèmes de santé et besoins spécifiques. À terme, cela permettra de proposer des stratégies de prévention, de diagnostic et de traitement prenant en compte les spécificités de chacune et de chacun dans le respect de leurs singularités.

## Références

1. Hunter SK, S Angadi S, Bhargava A, Harper J, Hirschberg AL, D Levine B, L Moreau K, J Nokoff N, Stachenfeld NS, Bermon S. The Biological Basis of Sex Differences in Athletic Performance: Consensus Statement for the American College of Sports Medicine. *Med Sci Sports Exerc.* 2023;55(12):2328-2360.
2. Statuta SM, Wood CL, Rollins LK. Common Medical Concerns of the Female Athlete. *Prim Care.* 2020;47(1):65-85.
3. Vogel K, Larsen B, McLellan C, Bird SP. Female Athletes and the Menstrual Cycle in Team Sports: Current State of Play and Considerations for Future Research. *Sports (Basel).* 2023;12(1):4.
4. Cabre HE, Gould LM, Redman LM, Smith-Ryan AE. Effects of the Menstrual Cycle and Hormonal Contraceptive Use on Metabolic Outcomes, Strength Performance, and Recovery: A Narrative Review. *Metabolites.* 2024;14(7):347.
5. Giefing-Kröll C, Berger P, Lepperdinger G, Grubeck-Loebenstein B. How sex and age affect immune responses, susceptibility to infections, and response to vaccination. *Aging Cell.* 2015;14:309-321.
6. Liu SH, Al-Shaikh R, Panossian V, Yang RS, Nelson SD, Soleiman N, et al. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *J Orthop Res.* 1996;14(4):526-33.
7. Zazulak BT, Paterno M, Myer GD, Romani WA, Hewett TE. The effects of the menstrual cycle on anterior knee laxity. *Sports Med.* 2006;36:847-62.
8. Hamrin Senorski E, Svantesson E, Beischer S, Thomeé C, Thomeé R, Karlsson J, Samuelsson K. Low 1-year return-to-sport rate after anterior cruciate ligament reconstruction regardless of patient and surgical factors: a prospective cohort study of 272 patients. *Am J Sports Med.* 2018;46:1551-8.
9. Lisee CM, DiSanti JS, Chan M, Ling J, Erickson K, Shingles M, Kuenze CM. Gender Differences in Psychological Responses to Recovery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Before Return to Sport. *J Athl Train.* 2020;55(10):1098-1105.
10. Armitage KJ, Schneiderman LJ, Bass RA. Response of physicians to medical complaints in men and women. *JAMA.* 1979;241(20):2186-7.
11. Hirsh AT, Hollingshead NA, Bair MJ, Matthias MS, Wu J, Kroenke K. The influence of patient's sex, race and depression on clinician pain treatment decisions. *Eur J Pain.* 2013;17(10):1569-79.
12. Hirsh AT, Hollingshead NA, Matthias MS, et al. The influence of patient sex, provider sex, and sexist attitudes on pain treatment decisions. *J Pain.* 2014;15(5):551-559.
13. Rodríguez-Gómez M, Pastor-Moreno G, Ruiz-Pérez I, Escribà-Agüir V, Benítez-Hidalgo V. Age- and gender-based social inequalities in palliative care for cancer patients: a systematic literature review. *Front Public Health.* 2024;12:1421940.
14. Gregg EA, Gregg VH. Women in Sport: Historical Perspectives. *Clin Sports Med.* 2017;36(4):603-610.
15. Cardozo P, Cibeira LF, Rigo LC, Chiviawosky S. Explicit and implicit activation of gender stereotypes additively impair soccer performance and learning in women. *Eur J Sport Sci.* 2022;21(9):1306-1313.
16. Mousavi SM, Gray L, Beik S, Deshayes M. "You Kick Like A Girl!" The Effects of Gender Stereotypes on Motor Skill Learning in Young Adolescents. *J Sport Exerc Psychol.* 2021;43(6):450-458.
17. Canadian Institutes of Health Research. What is gender? What is sex? [En ligne]. [cité le 8 novembre 2024]. Disponible: <https://cihr-irsc.gc.ca/e/48642.html>
18. Shannon G, Jansen M, Williams K, Cáceres C, Motta A, Odhiambo A, Eleveld A, Mannell J. Gender equality in science, medicine, and global health: where are we at and why does it matter? *Lancet.* 2019;393:560-569.
19. Discrimination Prevents LGBTQ People from Accessing Health Care. [En ligne]. [cité le 8 novembre 2024]. Disponible: <https://www.americanprogress.org/article/discrimination-prevents-lgbtq-people-accessing-health-care/>
20. How Discrimination Impacts LGBTQ Healthcare [En ligne]. [cité le 8 novembre 2024]. Disponible: <https://www.stkate.edu/academics/healthcare-degrees/lgbtq-health-discrimination>
21. Hunter SK, Senefeld JW. Sex differences in human performance. *J Physiol.* 2024;602(17):4129-4156.

## Dans ce numéro...\*

*Mains Libres 2024; 4: 227-236*

### Évaluation du positionnement optimal d'un accéléromètre pour mesurer la durée et le type d'activité physique – une étude préliminaire

*Mathilde Berger, Sacha Guitteny, Nahime Al Abiad, Jules Ronné, Laurence Chèze, Martine Bertrand, Thomas Robert*

#### RÉSUMÉ

**Contexte:** L'évaluation de l'activité physique est essentielle pour le suivi des personnes en réadaptation. Les capteurs de mouvement embarqués offrent une alternative intéressante aux questionnaires habituellement utilisés en pratique clinique.

**Objectif:** Cette étude vise à évaluer la capacité d'un accéléromètre unique, placé sur différentes structures corporelles, à mesurer la durée et le type d'activité physique afin de déterminer le positionnement optimal de cet outil pour ces mesures.

**Méthodes:** Deux participants ont effectué trois activités avec des accéléromètres positionnés sur leur hanche, leur cuisse et leur poignet. Les données d'accélération ont été analysées avec une méthode de classification basée sur le calcul de seuils optimaux moyens à partir de courbes ROC (Receiver Operating Characteristic). Puis la sensibilité et la spécificité de chaque capteur ont été calculées pour chaque participant.

**Résultats:** Les accéléromètres positionnés sur la hanche, la cuisse et le poignet permettent de différencier le temps d'activité physique et de comportement sédentaire avec une probabilité de 72 à 87%. Dans les périodes d'activité physique, les accéléromètres positionnés sur la hanche et la cuisse permettent de différencier le temps de marche et d'activité debout avec une probabilité de 82 à 91% alors que l'accéléromètre positionné au poignet permet de différencier ces mêmes types d'activité avec une probabilité de 55 à 68%.

**Conclusion:** Un accéléromètre positionné sur le poignet peut être utilisé pour mesurer le temps d'activité physique et de comportement sédentaire alors que d'autres localisations telles que la hanche ou la cuisse sont à privilégier pour évaluer plus précisément le type d'activité réalisé.

\* Afin de ne pas alourdir l'écriture et de fluidifier la lecture, la rédaction de *Mains Libres* renonce à utiliser la forme inclusive, mais la forme masculine employée inclut également la forme féminine. (NDLR)

Mains Libres 2024; 4: 237-246

## Périodisation de l'entraînement des athlètes féminines euménorrhéiques en fonction du cycle menstruel: une synthèse narrative

Anna Stitelmann, Anne-Violette Bruyneel,  
Carina Enea, Nathalie Boisseau

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Les recherches en sciences du sport ont historiquement été concentrées sur des études provenant de populations masculines, laissant des lacunes dans la compréhension des spécificités féminines. Avec une participation croissante des femmes dans le sport amateur et professionnel, il est important d'explorer comment des facteurs, tels que le cycle menstruel, peuvent influencer la performance et la pratique sportive des athlètes féminines.

**Objectif:** Cette synthèse des preuves scientifiques vise à évaluer la pertinence de la périodisation de l'entraînement en fonction des phases du cycle menstruel. Tout en mettant en avant l'importance de suivre précisément les phases du cycle menstruel, elle analyse ses effets potentiels sur des marqueurs subjectifs (perception de l'effort) et objectifs de la performance (force et fatigabilité neuromusculaire). Elle examine également le rôle de la périodisation du renforcement musculaire, ainsi que le risque de blessure.

**Développement et discussion:** Les données scientifiques actuelles ne montrent pas d'influence significative du cycle menstruel sur divers déterminants de la performance, telles que la force ou la fatigabilité neuromusculaire, ni sur le risque de blessures. En revanche, les symptômes et troubles du cycle menstruel (syndrome prémenstruel, dysménorrhées, ménorragies) doivent être pris en considération pour optimiser la performance. Le monitoring du cycle menstruel est donc recommandé pour détecter ces symptômes afin d'améliorer la santé et la performance des sportives.

**Conclusion:** Bien que les preuves actuelles portant sur l'influence du cycle menstruel sur la performance et le risque de blessures ne justifient pas une périodisation de l'entraînement, le suivi personnalisé du cycle menstruel reste pertinent pour optimiser la santé et le bien-être des athlètes féminines. Une approche individualisée, basée sur les symptômes perçus par les athlètes, est encouragée.

Mains Libres 2024; 4: 247-258

## Obstacles, attentes et propositions pour l'inclusivité des personnes transgenres dans la prise en charge en ostéopathie: un examen de portée (scoping review)

Hannah Murareci-Flaujat,  
Hakim Mhadhbi, Mathieu Ménard

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Des pratiques ostéopathiques fondées sur l'équité, la diversité et l'inclusion sont essentielles pour établir une relation patient/praticien qui favorise une alliance thérapeutique forte dans une approche centrée sur la personne (ACP). En particulier, il est important de considérer les minorités, notamment les personnes transgenres, dont la situation met en évidence les défis spécifiques rencontrés. En France, 80% des personnes transgenres subissent des discriminations transphobes. L'appréhension de subir ces discriminations de la part des professionnels de santé (PS) les dissuade d'accéder aux soins, impactant leur état de santé.

**Objectif:** L'objectif de cet examen de portée a été d'explorer comment les ostéopathes peuvent offrir une prise en charge inclusive des personnes transgenres, en tenant compte de leurs attentes et des défis du système de santé, tout en proposant des solutions pour une ACP.

**Méthodes:** Cette revue a été réalisée sous forme d'un examen de portée suivant les recommandations PRISMA-ScR. Les articles ont été recherchés dans des bases de données, puis évalués de manière critique selon des directives adaptées à chaque format d'étude.

**Résultats:** Un total de 19 articles a été sélectionné. Les obstacles principaux identifiés sont le manque d'éducation ou de formation des PS, les discriminations et la précarité. Les attentes se concentrent sur la qualité de la relation patient/praticien. Les solutions proposées mettent l'accent sur l'éducation des PS, bien que les opinions divergent quant à son utilité actuelle.

**Conclusion:** L'intégration d'enseignements spécifiques dans les programmes de formation des PS, le respect de l'identité de genre, ainsi que l'augmentation des travaux de recherches cliniques sur les besoins des personnes transgenres et l'efficacité des formations sur la transidentité figurent parmi les suggestions indiquées par les auteurs.

---

Mains Libres 2024; 4: 259-264

## Neurofeedback: une intervention innovante pour la rééducation des membres supérieurs après un accident vasculaire cérébral

Martina Coscia, Pierre Nicolo

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Le neurofeedback (NF) est une intervention basée sur l'imagerie motrice et les interfaces cerveau-ordinateur pour favoriser l'apprentissage de l'auto-modulation de l'activité neuronale. Il a été récemment introduit comme une intervention prometteuse pour la neuroréhabilitation des membres supérieurs (MS) après un accident vasculaire cérébral (AVC).

**Objectif:** L'objectif est d'expliquer comment fonctionne le NF, de décrire quelles sont ses composantes, d'examiner comment il est utilisé et d'évaluer son efficacité dans la rééducation post-AVC.

**Développement:** La neuroplasticité est à la fois un mécanisme clé et un objectif du NF. Différentes sources neuronales sont utilisées comme signaux d'entrée et de cible dans le NF, et le feedback visuel, acoustique et proprioceptif sont les principaux modes de retour de l'information aux patients. Son application est hétérogène (de moins de dix séances à plusieurs semaines), et il est utilisé en combinaison avec des interventions de rééducation traditionnelles et plus innovantes. Son efficacité pour la rééducation des MS reste à déterminer notamment en comparaison à d'autres interventions.

**Discussion:** L'hétérogénéité de la population, de la conception et de l'application de NF, ainsi que le manque de connaissances sur la récupération motrice après un AVC, contribuent à son efficacité fluctuante. Une personnalisation s'avère indispensables pour en optimiser les résultats.

**Conclusion:** Bien que son efficacité clinique ne soit pas établie, le NF est une intervention polyvalente de rééducation des MS après un AVC, applicable aux patients les plus graves avec de grandes possibilités de personnalisation.

---

Mains Libres 2024; 4: 265-271

## Efficacité du dry needling chez une patiente atteinte de tendinopathie calcifiante de la coiffe des rotateurs – une étude de cas

César Natale, Benjamin Hidalgo

### RÉSUMÉ

**Contexte et objectif:** La tendinopathie de la coiffe des rotateurs est une affection courante souvent multifactorielle. La forme calcifiante, bien que souvent asymptomatique, peut causer des douleurs persistantes nécessitant une intervention. Cette étude de cas explore le potentiel d'application du dry needling intracalcification dans le traitement de la tendinopathie calcifiante.

**Approche clinique:** Le cas porte sur une patiente de 52 ans souffrant de douleurs à l'épaule depuis 12 mois, principalement en flexion, abduction et rotation interne, limitant son activité sportive. L'examen clinique a révélé des douleurs avec de légères limitations articulaires. Le diagnostic de tendinopathie calcifiante a été confirmé par imagerie. Le traitement a consisté en six séances au total de dry needling dans la calcification sous guidage échographique, associées à des mobilisations passives. Après six semaines, la patiente a constaté une réduction notable de la douleur et une amélioration fonctionnelle.

**Discussion:** Les résultats de ce cas sont encourageants, mais leur portée reste limitée en raison de l'absence de groupe contrôle et des difficultés de généralisation. Ils concordent en partie avec certaines études, bien que la littérature demeure prudente quant à l'efficacité de cette technique.

**Conclusion:** Cette étude de cas enrichit la compréhension du dry needling sous échographie dans les tendinopathies calcifiantes, mais souligne le besoin d'évaluations cliniques contrôlées pour mieux établir son efficacité et affiner ses modalités d'application.

# Transition de *Mains Libres* vers l'accès libre : le compte à rebours est lancé !

Claude Pichonnaz\*

*Mains Libres* 2024 ; 4 : 226 | DOI : 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.226

L'année 2024 marquera un tournant pour *Mains Libres*. Dans nos précédentes communications, nous vous avons présenté notre vision d'une plateforme moderne d'échange de connaissances en libre accès, puis détaillé les nombreuses démarches nécessaires à sa réalisation. Aujourd'hui, nous avons le plaisir de vous annoncer que ce projet ambitieux prend forme de manière concrète, grâce à un soutien remarquable de la communauté professionnelle.

La rédaction en chef de *Mains Libres*, composée d'Yves Larequi, Pierre Nicolo et moi-même, a entrepris un tour d'horizon des associations susceptibles de soutenir cette transformation. Le résultat a dépassé nos espérances, puisque sous réserve de l'approbation par leurs membres lors des assemblées générales respectives, l'ensemble des associations cantonales romandes de physiothérapie et l'ASPI ont répondu favorablement à notre appel. De plus, deux associations majeures d'ostéopathie – la Fédération Suisse d'Ostéopathie et Ostéo-Swiss – ont également choisi de nous rejoindre dans cette aventure ainsi que l'Union Professionnelle de Médecine Ostéopathie, une importante association belge.

Cette mobilisation remarquable nous a permis de réunir les fonds nécessaires pour donner vie à notre plateforme d'échange de connaissances, sur laquelle *Mains Libres* sera accessible en libre accès dès l'année prochaine. Grâce à ce soutien, nous pourrions proposer cette prestation à un tarif particulièrement accessible : l'équivalent de quatre cafés par année et par membre.

Ce qui nous réjouit particulièrement, c'est de voir comment ce projet a su fédérer les différentes associations autour d'un objectif commun, transcendant leurs différences pour servir l'intérêt collectif des professions concernées. Cette unité témoigne d'une vision partagée de l'avenir de nos disciplines et de l'importance de la diffusion des connaissances au sein de chacune d'entre elles.

Dans une philosophie de co-construction avec les destinataires du projet, nous avons organisé une réunion avec les représentant·es des associations concernées afin de recueillir leurs avis, suggestions et besoins concernant les éléments à intégrer sur la plateforme. Car celles et ceux qui financent ont leur mot à dire, et c'est notre volonté profonde de créer un outil qui réponde aux besoins réels du terrain. Pour garantir cette approche collaborative sur le long terme, trois membres des associations siégeront au comité de pilotage de la revue, aux côtés des représentant·es du domaine santé et des chercheur·e-s de la HES-SO. Des conventions spécifiques sont actuellement en cours d'élaboration pour formaliser ces collaborations.

Un autre soutien de poids nous est parvenu du monde de la recherche : par la voix de Marco Pedrotti, Vice-Président du Comité Recherche HES-SO, et d'Olivier Contal, représentant du tout nouveau Physio R3 (Réseau Romand de recherche

en physiothérapie), les chercheur·es ont manifesté leur vif intérêt pour utiliser la plateforme comme canal de communication avec les clinicien·nes. Cette connexion entre recherche et pratique promet des échanges enrichissants pour toute la communauté.

En parallèle, nous collaborons intensivement avec les éditions Médecine et Hygiène pour peaufiner les aspects techniques et organisationnels. Nos efforts portent sur plusieurs axes : la refonte complète du site web, l'optimisation du processus d'édition, le respect des standards internationaux (COPE – Committee on Publication Ethics et DOAJ – Directory of Open Access Journals), le secrétariat de rédaction, le référencement dans des bases de données internationales, la gestion des événements (formations et congrès) et bien sûr, les aspects financiers. Le développement du Comité de lecture, chargé de l'évaluation de la qualité des articles que nous recevons, se poursuit également de manière active.

Plusieurs chantiers importants restent encore à réaliser. Nous devons adapter les recommandations aux auteur·e-s, définir précisément le contenu de la plateforme et élaborer notre stratégie de communication. Enfin, point d'orgue du projet, nous devons encore organiser les modalités de la transition vers l'accès libre.

La fin de l'année 2024 s'annonce donc particulièrement intense pour nous, mais nous serons prêts à l'an nouveau pour vous faire parvenir en ligne le numéro 1 de *Mains Libres* accessible par tout le monde, sans inscription. Les contenus de la plateforme s'étofferont progressivement au fur et à mesure de leur création.

« Rien n'est permanent, sauf le changement », disait Héraclite. Vous tenez donc entre vos mains le dernier numéro de *Mains Libres* en version papier. Cette transition n'est pas une fin, mais une évolution naturelle pour s'adapter à un monde en constante mutation. Tout comme le *Bulletin des anciens étudiants en physiothérapie* a cédé sa place à la *Revue Romande de Physiothérapie*, qui elle-même s'est transformée en *Mains Libres*, notre revue poursuit sa métamorphose. *Mains Libres* en version papier s'efface pour donner naissance à *Mains Libres* Open Access, une plateforme moderne répondant aux besoins actuels des professionnels de santé.

Cette transformation représente bien plus qu'un simple changement de format : c'est une opportunité de renforcer les liens au sein de notre communauté professionnelle et de faciliter l'échange de connaissances entre toutes et tous les professionnel·les, étudiant·es compris. L'avenir s'annonce prometteur, et nous sommes impatients de vous faire découvrir cette nouvelle version de *Mains Libres*, fruit d'une collaboration sans précédent entre les différentes acteur·trices de nos professions.

\* Lausanne, rédacteur en chef de *Mains Libres*, doyen de la filière physiothérapie. HESAV Haute école de santé Vaud, HES-SO/Haute École Supérieure Spécialisée de Suisse Occidentale, Lausanne, Suisse

# Évaluation du positionnement optimal d'un accéléromètre pour mesurer la durée et le type d'activité physique – une étude préliminaire

Comité d'éthique: étude approuvée par le Comité pour l'Expérimentation en Biomécanique le 10 juin 2022.

Les auteurs ne déclarent aucuns conflits d'intérêts de financement et aucune source de financement externe.

Article reçu le 30 août 2024, accepté le 5 novembre 2024.

## Evaluating the optimal positioning of an accelerometer for measuring the duration and type of physical activity – A preliminary study

(Abstract on page 234)

## Bewertung der optimalen Positionierung eines Beschleunigungsmessers zur Messung von Dauer und Art der täglichen körperlichen Aktivität – eine vorläufige Studie

(Zusammenfassung auf Seite 234)

Mathilde Berger<sup>1,2</sup> (ergothérapeute, PhDC), Sacha Guitteny<sup>1</sup> (PhD), Nahime Al Abiad<sup>3</sup> (PhD), Jules Ronné<sup>1</sup> (PhD), Laurence Chèze<sup>1</sup> (PhD), Martine Bertrand<sup>2</sup> (ergothérapeute, PhD), Thomas Robert<sup>1</sup> (PhD)

Mains Libres 2024; 4: 227-236 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.227

**MOTS CLÉS** activité physique / accéléromètre / mesure / positionnement / vie quotidienne

### RÉSUMÉ

**Contexte:** L'évaluation de l'activité physique est essentielle pour le suivi des personnes en réadaptation. Les capteurs de mouvement embarqués offrent une alternative intéressante aux questionnaires habituellement utilisés en pratique clinique.

**Objectif:** Cette étude vise à évaluer la capacité d'un accéléromètre unique, placé sur différentes structures corporelles, à mesurer la durée et le type d'activité physique afin de déterminer le positionnement optimal de cet outil pour ces mesures.

**Méthodes:** Deux participants ont effectué trois activités avec des accéléromètres positionnés sur leur hanche, leur cuisse et leur poignet. Les données d'accélération ont été analysées avec une méthode de classification basée sur le calcul de seuils optimaux moyens à partir de courbes ROC (Receiver Operating Characteristic). Puis la sensibilité et la spécificité de chaque capteur ont été calculées pour chaque participant.

**Résultats:** Les accéléromètres positionnés sur la hanche, la cuisse et le poignet permettent de différencier le temps d'activité physique et de comportement sédentaire avec une probabilité de 72 à 87%. Dans les périodes d'activité physique, les accéléromètres positionnés sur la hanche et la cuisse permettent de différencier le temps de marche et d'activité debout avec une probabilité de 82 à 91% alors que l'accéléromètre positionné au poignet permet de différencier ces mêmes types d'activité avec une probabilité de 55 à 68%.

**Conclusion:** Un accéléromètre positionné sur le poignet peut être utilisé pour mesurer le temps d'activité physique et de comportement sédentaire alors que d'autres localisations telles que la hanche ou la cuisse sont à privilégier pour évaluer plus précisément le type d'activité réalisé.

<sup>1</sup> Univ Gustave Eiffel, Univ Claude Bernard Lyon 1, Lyon, France

<sup>2</sup> Haute École de Travail Social et de la Santé Lausanne (HETSL | HES-SO), Lausanne, Suisse

<sup>3</sup> SATT Sud-Est, Nice, France

## CONTEXTE

L'évaluation de l'activité physique constitue une cible importante des professionnels de santé impliqués dans le suivi des personnes atteintes de maladies chroniques comme par exemple dans le domaine de la lombalgie<sup>(1-3)</sup>. L'activité physique est définie par l'OMS comme « tout mouvement corporel produit par les muscles squelettiques qui requiert une dépense d'énergie »<sup>(4,5)</sup>. Elle est caractérisée par la fréquence, l'intensité, le type, la durée et le volume. La fréquence représente le nombre de périodes d'activité physique dans un intervalle de temps donné. L'intensité représente la dépense énergétique fournie par une personne ou requise par une activité et elle peut être exprimée en équivalent métabolique (MET) ou en kilocalories. Le type d'activité représente à la fois les effets physiologiques de l'activité (tels que l'endurance, la force, la souplesse, l'équilibre) ou la nature de l'activité réalisée (la marche, la natation, la cuisine, le ménage). La durée représente le temps pendant lequel l'activité physique est pratiquée. Le volume représente la quantité d'activité sur une période donnée et combine des paramètres d'intensité, de fréquence et de durée<sup>(6,7)</sup>. L'activité physique ne se limite donc pas aux activités sportives, mais elle désigne l'ensemble des mouvements effectués au quotidien dans le cadre de loisirs, de tâches domestiques ou professionnelles, d'activités sportives et de déplacements<sup>(8,9)</sup>. Elle est propre à chaque personne et varie suivant ses habitudes de vie ainsi que le contexte dans lequel elle évolue.

Le comportement sédentaire est défini comme un comportement d'éveil caractérisé par une faible dépense d'énergie, généralement réalisé en position assise, inclinée ou allongée<sup>(10)</sup>. La mesure de ce comportement nécessite de prendre en compte le temps passé en position assise ou allongée. C'est un potentiel facteur de risque de douleurs chroniques qui reste encore largement débattu dans la littérature, car il n'est pas clairement établi si ce comportement est la cause ou la conséquence des douleurs<sup>(11)</sup>.

En pratique clinique, les méthodes d'évaluation de l'activité physique et de la sédentarité reposent généralement sur des mesures déclaratives telles que des journaux d'activité, des agendas ou des questionnaires<sup>(12-15)</sup>. Ces méthodes subjectives visent généralement à évaluer l'intensité, la fréquence et la durée des activités physiques<sup>(16,17)</sup>. Elles sont peu coûteuses, faciles à mettre en œuvre et elles reflètent la perception d'une personne concernant son propre niveau d'activité physique. Elles présentent néanmoins certaines limites, car elles peuvent faire l'objet de biais de rappel ou de biais de désirabilité sociale<sup>(18)</sup>. Elles ne peuvent pas évaluer tous les aspects de l'activité physique et induisent souvent une surestimation du niveau d'activité effectivement réalisé<sup>(19,20)</sup>.

En complément de ces mesures déclaratives, des méthodes d'évaluation objectives de l'activité physique existent. La mesure de l'eau doublement marquée est considérée comme la méthode de référence pour évaluer l'intensité de l'activité physique dans des conditions de vie libre. Elle consiste à faire ingérer un mélange d'eau marqué par deux isotopes non radioactifs (sur l'oxygène et l'hydrogène) et à mesurer la différence d'élimination de ces isotopes dans les urines pour calculer ensuite la production de CO<sub>2</sub> et la dépense énergétique<sup>(21)</sup>. Compte tenu de la complexité et du coût

de cette procédure, d'autres techniques basées sur l'utilisation de capteurs de mouvement, tels que des accéléromètres, sont en plein essor<sup>(22-24)</sup>. Ces capteurs évaluent l'accélération des segments corporels auxquels ils sont attachés, dans une, deux ou trois dimensions de l'espace. Ils ont évolué ces vingt dernières années grâce à des avancées techniques importantes en termes de fiabilité et de sensibilité. Ils peuvent stocker davantage de données, ils ont une plus grande autonomie de batterie, une taille plus petite et une meilleure étanchéité<sup>(25)</sup>. Ils sont largement utilisés dans la recherche réalisée auprès des personnes présentant diverses maladies chroniques<sup>(26-28)</sup>.

Malgré l'intérêt suscité par ces dispositifs en réadaptation, leur utilisation en pratique clinique reste limitée du fait d'un manque de validation et de protocoles clairement définis<sup>(29)</sup>. Initialement mis à disposition en laboratoire pour évaluer des activités spécifiques, ils sont désormais proposés pour évaluer l'activité physique dans des conditions de vie libre<sup>(20,29,30)</sup>. Les variables d'intérêt mesurées avec ces appareils sont nombreuses, et comprennent notamment le *count*, qui peut être interprété comme une représentation de l'intensité de l'activité sur une période donnée. Néanmoins les valeurs de *count* obtenues avec les accéléromètres ne sont pas comparables d'un modèle à l'autre, car chaque fabricant de capteurs propose ses propres algorithmes pour convertir les données brutes d'accélération sans les rendre toujours accessibles à la communauté scientifique<sup>(31-33)</sup>. Ces *count* sont ensuite catégorisés en différentes intensités d'activité (sédentaire, légère, modérée, vigoureuse) à partir de seuils prédéfinis<sup>(34)</sup>. Cette méthode présente des limites car ces seuils sont généralement déterminés par des études de validation réalisées avec des accéléromètres portés à la taille, auprès de populations spécifiques, lors de la réalisation de tâches standardisées, en laboratoire<sup>(35)</sup>. Ces seuils sont ensuite réutilisés pour classer les données collectées à partir d'accéléromètres portés sur d'autres structures corporelles, ce qui induit généralement une sous- ou une surestimation du niveau d'activité physique effectivement réalisé<sup>(35)</sup>. Ces seuils ne tiennent pas compte de la diversité des situations rencontrées par une personne au quotidien<sup>(35)</sup>. Ils ne prennent pas non plus en considération les différences de performance physique des personnes jeunes par rapport aux personnes plus âgées ni les conditions de santé spécifiques des individus évalués<sup>(31)</sup>.

En complément de ces considérations méthodologiques, la mesure de l'activité physique est fortement influencée par la position de l'accéléromètre. En effet, le positionnement de ces appareils peut affecter leur acceptation et contribuer à leur abandon rapide après une courte période d'essai<sup>(30,36)</sup>. Historiquement placés sur la hanche, ces outils sont de plus en plus fréquemment positionnés sur le poignet ou la cuisse<sup>(37)</sup>. Les accéléromètres positionnés au poignet sont moins contraignants à porter et ils peuvent évaluer l'activité physique qui n'implique pas ou peu de déplacements (comme les travaux de jardinage, les activités ménagères, et d'autres activités de la vie quotidienne)<sup>(38)</sup>. Toutefois ils semblent moins précis pour distinguer les postures ou les types d'activité<sup>(39)</sup>. De plus, peu d'études comparent l'activité physique mesurée avec des mêmes modèles d'accéléromètres sur différentes parties du corps<sup>(31)</sup> et rares sont celles qui s'intéressent à l'évaluation d'activités quotidiennes non standardisées de faible intensité<sup>(40)</sup>.

## OBJECTIF

Compte tenu des opportunités offertes par les accéléromètres pour évaluer l'activité physique, mais aussi des limites identifiées concernant le traitement des données d'accélération et l'impact de la position de ces outils, cette étude préliminaire vise à évaluer la capacité d'un capteur de mouvement unique placé sur différentes structures corporelles à mesurer la durée et le type d'activité physique lors de la réalisation d'activités quotidiennes non standardisées de faible intensité. Une évaluation a été menée auprès de deux participants afin de déterminer quel pourrait être le positionnement optimal d'un accéléromètre unique pour ces mesures.

## MÉTHODES

### Participants

Deux adultes en bonne santé ont été recrutés. Ces participants volontaires ont reçu une lettre d'information et ont donné leur consentement écrit avant de participer à l'étude. Cette étude préliminaire a été approuvée par le comité en charge de l'évaluation des protocoles expérimentaux du Laboratoire de Biomécanique et Mécaniques des Chocs de Lyon, en France.

### Matériel

Trois capteurs de mouvement Xsens (MTw Awinda Reasarch Kit, Los Angeles, USA) ont été utilisés pour évaluer l'activité physique des participants. Chaque capteur de 34,5 x 57,8 x 14,5 mm et de 27 g mesurait les accélérations dans les trois dimensions de l'espace, à une fréquence de 75 Hz. Avant de commencer la collecte de données, les capteurs ont été calibrés afin de s'assurer qu'ils partagent les mêmes axes de référence. Ces trois capteurs ont été fixés sur chaque

participant au niveau de trois zones corporelles différentes que sont : la hanche droite, la face antérieure de la cuisse droite et le poignet droit (Figure 1).

Les capteurs étaient fixés au-dessus des vêtements des participants avec des ceintures élastiques. Les participants étaient invités à porter ces appareils pendant toute la durée de l'évaluation. Cette évaluation s'est déroulée dans la cuisine d'un appartement thérapeutique d'un centre de réadaptation, au sein de laquelle deux caméscopes (Sony HDR-CX405, avec une résolution de 1920x1080 pixels et une fréquence d'acquisition de 50 fps) avaient été positionnés pour capturer l'ensemble du champ d'action.

### Déroulement de l'étude

Après une présentation détaillée des locaux et du matériel à disposition, les participants ont d'abord été équipés des trois capteurs de mouvement. Il leur a ensuite été demandé de réaliser trois activités quotidiennes que sont : la cuisine (faire un gâteau), la prise d'un repas à table, le ménage (nettoyage des plans de travail, vaisselle, aspirateur). Il leur a été demandé de réaliser ces trois activités dans les conditions les plus normales possibles, sans se soucier des capteurs positionnés sur leur corps. Aucune limite de temps n'a été donnée. Afin de synchroniser les données vidéo et les données des capteurs, il a été demandé aux participants de faire un saut vertical au début et à la fin de chaque tâche. La synchronisation des systèmes a été réalisée à partir de l'image présentant le point de contact du pied avec le sol observé à la fin du saut sur la vidéo et à la fin du pic d'accélération détecté par les capteurs.

### Traitements et analyses des données

#### Traitement des données vidéo

Les enregistrements vidéo des trois activités réalisées par les participants ont été visionnés, et les activités réalisées par chaque participant ont été labellisées manuellement, à la seconde près, par un même évaluateur selon trois catégories prédéfinies : « assis », « debout », « marche » :

- « Assis » : position dans laquelle le poids est supporté par les fesses plutôt que par les pieds et dans laquelle le dos est droit<sup>(10)</sup>.
- « Debout » : position dans laquelle une personne maintient une position verticale en s'appuyant sur ses pieds<sup>(10)</sup> et qui n'est pas en marche (en italique est notée l'adaptation de la définition par rapport à la proposition publiée dans l'article de référence).
- « Marche » : déplacement consistant en une translation de l'ensemble du corps consécutive à des mouvements de rotations articulaires<sup>(41)</sup>.

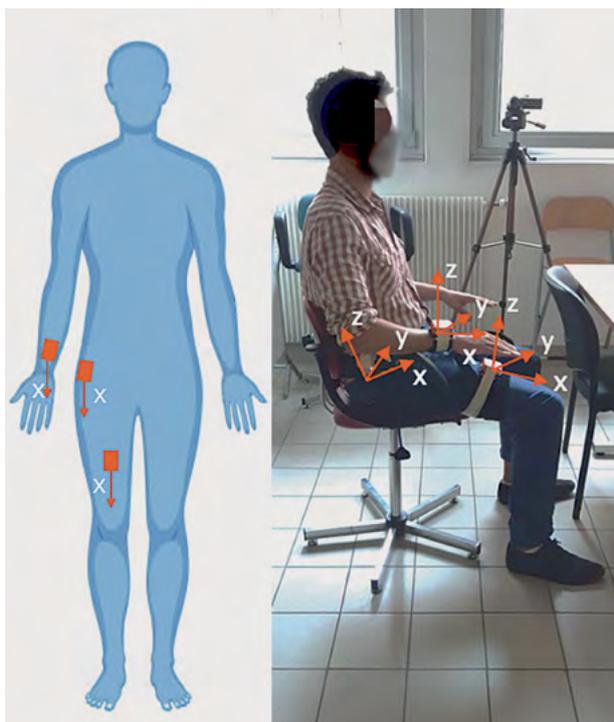
Seules les activités de même nature et d'une durée supérieure ou égale à 5 secondes ont été prises en compte (cette valeur a été fixée arbitrairement par l'équipe de recherche).

Cette première catégorisation a permis d'en générer une deuxième :

- « Comportement sédentaire » : tout comportement d'éveil caractérisé par une faible dépense d'énergie, généralement réalisé en position assise, inclinée ou couchée<sup>(10)</sup>. Dans le cadre de cette étude, il s'agit de l'activité réalisée en position assise.
- « Activité physique » : tout comportement d'éveil n'étant pas sédentaire. Dans le cadre de cette étude, il s'agit des activités réalisées debout et en marche.

Figure 1

Positionnement des accéléromètres sur chaque participant



La labellisation des vidéos et les deux catégorisations proposées ont permis de caractériser par observation directe, l'activité de chaque participant. Ces catégorisations sont considérées comme les mesures de référence pour l'analyse réalisée ensuite.

### Traitement des données d'accélération

Les données brutes d'accélération et les données vidéo ont été synchronisées: la fin du saut étant définie comme le temps initial de l'évaluation.

Les données brutes d'accélération ont d'abord été converties en *count*. Le *count* est calculé par l'intégration des accélérations sur une période donnée (*epoch*, correspond par exemple à une minute). Différentes méthodes existent pour calculer ces *count* et varient d'un modèle de capteur à l'autre. Dans cette étude nous avons appliqué celle décrite par Brønd et al. qui permet de décrire l'activité physique obtenue avec n'importe quel modèle de capteur de la même manière que les capteurs de référence utilisés dans la recherche en santé<sup>(32)</sup> (Actigraph). Les données brutes d'accélération ont donc été transformées, pour chacun des trois axes, en valeurs de *count* Actigraph pour chaque seconde. La valeur finale de *count* utilisée pour la classification était la norme de ces trois valeurs. Il est à noter que plus les *count* sont élevés, plus l'intensité de l'activité sur une période donnée est importante.

### Analyses des données: identification du type d'activité par les capteurs

Les données obtenues suite au traitement des vidéos et les données d'accélération converties en *count* ont été ensuite analysées. Les analyses portant sur (1) l'identification du temps d'activité physique et du temps de comportement sédentaire et sur (2) l'identification du temps de marche et du temps d'activité debout sont présentées ici:

- 1) les seuils de valeur de *count* optimaux (*count opt1*) permettant de différencier l'activité physique du comportement sédentaire pour chaque position de capteur et chaque participant ont d'abord été calculés avec une analyse par courbe ROC (*Receiver Operating Characteristic*). Le calcul des seuils de *count* optimaux est précisé dans l'Annexe 1. Ensuite, compte tenu de la proximité des seuils obtenus pour chaque participant, les moyennes des seuils de *count* optimaux des deux participants ont été utilisées pour déterminer: 1) le temps d'activité physique et de comportement sédentaire, 2) le taux d'erreur, 3) la sensibilité, 4) la spécificité pour chaque capteur et chaque participant. Le taux d'erreur correspond au temps d'activité physique estimé moins le temps d'activité physique réel, divisé par le temps total de mesure, le tout multiplié par 100. La sensibilité correspond au taux de détection du temps d'activité physique effectif (taux de vrais positifs). La spécificité correspond au taux de détection du temps de comportement sédentaire effectif (taux de vrais négatifs).
- 2) en considérant uniquement le temps d'activité physique (i.e. en excluant le temps d'activité assise ou de comportement sédentaire), les seuils de valeur de *count* optimaux (*count opt2*) permettant de différencier la marche de l'activité debout pour chaque position de capteur et chaque participant ont été calculés avec une analyse par courbe ROC. Ensuite, compte tenu de la proximité des seuils obtenus pour chaque participant, les moyennes

des seuils de *count* optimaux des deux participants ont été utilisées pour déterminer: 1) le temps de marche et d'activité debout, 2) le taux d'erreur, 3) la sensibilité, 4) la spécificité pour chaque capteur et chaque participant. Le taux d'erreur correspond au temps de marche estimé moins le temps de marche réel, divisé par le temps total de mesure, le tout multiplié par 100. La sensibilité correspond au taux de détection de temps de marche effectif (taux de vrais positifs) pour chaque position de capteur. La spécificité correspond au taux de détection du temps d'activité debout effectif (taux de vrais négatifs) pour chaque position de capteur.

Les résultats des analyses ont ensuite été comparés pour chacun des participants et chacune des positions de capteurs. Ces résultats comprenaient:

- 1) la variabilité des seuils personnalisés de *count* optimaux.
- 2) les temps estimés de types d'activité obtenus par rapport aux temps réels.
- 3) la sensibilité et la spécificité.

## RÉSULTATS

### Caractéristiques des participants et durée d'expérimentation

Les caractéristiques des participants et la durée d'expérimentation sont présentées dans le Tableau 1. Chaque participant a été évalué en moyenne durant 48 minutes d'après l'observation directe des vidéos.

Tableau 1

#### Caractéristiques des participants et durée d'expérimentation

Caractéristiques de participants et durée d'expérimentation	Participant A	Participant B
Genre (F/H)	H	H
Âge (années)	31	30
Poids (kg)	60	73
Taille (cm)	170	183
IMC (kg/m <sup>3</sup> )	20,8	21,8
Latéralité (D/G)	D	D
Durée totale de réalisation des activités	2445	3341
Durée de l'activité cuisine	582	1570
Durée de l'activité prise des repas	1154	1193
Durée de l'activité ménage	709	578

### Identification du temps d'activité physique et de comportement sédentaire

#### Seuils de *count* optimaux des capteurs en fonction de leur position

Les seuils de *count* optimaux (*count opt1*) obtenus pour détecter l'activité physique et le comportement sédentaire sont rapportés dans le Tableau 2. Pour rappel, compte tenu de la proximité des seuils obtenus pour chaque participant, les seuils moyens ont été utilisés dans la suite de l'analyse.

**Tableau 2**

Seuils de *count* optimaux (*count opt1*) pour la détection de l'activité physique et du comportement sédentaire pour chaque participant en fonction de chaque position de capteur

Capteur	Participant A	Participant B	Moyenne
Hanche	72	80	76
Cuisse	69	71	70
Poignet	891	741	816

Seuils obtenus avec analyses par courbe ROC

**Temps d'activité physique et de comportement sédentaire obtenus avec les trois positions de capteur**

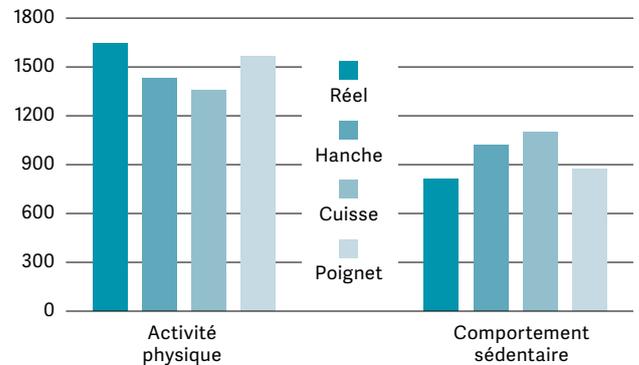
Sur les 48 minutes d'activité évaluées en moyenne, les participants étaient en activité physique pendant 33 minutes en moyenne et avaient un comportement sédentaire pendant 15 minutes en moyenne, d'après l'observation directe des vidéos. Les temps d'activité physique et de comportement sédentaire estimés pour chaque position de capteur de chaque participant sont présentés dans le Tableau 3 et les Figures 2 et 3. Les temps d'activité physique sont légèrement sous-estimés par les capteurs alors que les temps de comportement sédentaire sont dans une proportion équivalente surestimés chez les deux participants.

**Sensibilité et spécificité des capteurs en fonction de leur position**

La sensibilité était de 72 à 84% pour les trois positions de capteurs chez les participants A et B. La spécificité était de 75 à 87% pour les trois positions de capteurs chez les participants A et B (Tableau 4). Aucune des trois positions de capteur ne semble mieux différencier l'activité physique et l'activité sédentaire par rapport aux autres positions (Tableau 4).

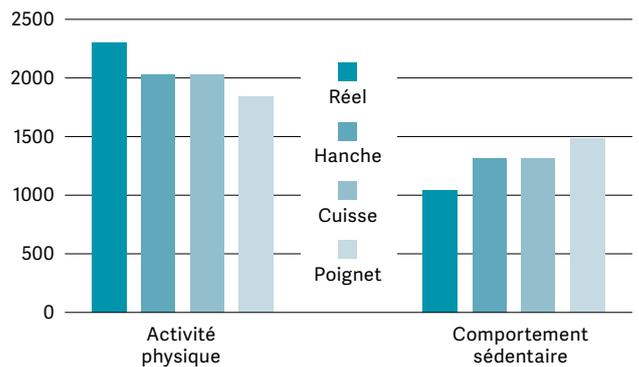
**Figure 2**

Temps réel, temps estimé d'activité physique et de comportement sédentaire chez le participant A en fonction de chaque position de capteur



**Figure 3**

Temps réel, temps estimé d'activité physique et de comportement sédentaire chez le participant B en fonction de chaque position de capteur



**Tableau 3**

Temps réel, temps estimé d'activité physique et de comportement sédentaire, taux d'erreur, pour chaque participant en fonction de chaque position de capteur

	Hanche		Cuisse		Poignet	
	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B
Temps d'activité physique réel(s)	1635	2299	1635	2299	1635	2299
Temps d'activité physique prédit(s)	1424	2030	1348	2034	1572	1849
Temps de comportement sédentaire réel(s)	810	1042	810	1042	810	1042
Temps de comportement sédentaire prédit(s)	1021	1311	1097	1307	873	1492
Taux d'erreur (%)	9	8	12	8	3	14

**Tableau 4**

Sensibilité et spécificité des capteurs pour chaque participant en fonction de leur position

	Hanche		Cuisse		Poignet	
	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B
Sensibilité (%): prédiction activité physique	78	80	72	79	84	75
Spécificité (%): prédiction comportement sédentaire	82	81	77	80	75	87

### Identification du temps de marche et du temps d'activité debout

#### Seuils de count optimaux des capteurs en fonction de leur position

Les seuils de *count* optimaux (*count opt2*) obtenus pour détecter la marche et l'activité debout sont décrits dans le Tableau 5. Pour rappel, compte tenu de la proximité des seuils obtenus pour chaque participant, les seuils moyens ont été utilisés dans la suite de l'analyse.

Tableau 5

Seuils de count optimaux (*count opt2*) pour la détection de la marche et de l'activité debout pour chaque participant en fonction de chaque position de capteur

Capteur	Participant A	Participant B	Moyenne
Hanche	388	330	359
Cuisse	424	461	443
Poignet	1179	1133	1156

Seuils obtenus avec analyses par courbe ROC

#### Temps de marche et d'activité debout obtenus avec les trois positions de capteur

Sur les 33 minutes d'activité physique évaluées en moyenne, les participants marchaient pendant 6 minutes en moyenne et étaient en activité debout pendant 27 minutes en moyenne, d'après l'observation directe des vidéos (Tableau 6). Les temps de marche et d'activité debout estimés pour chaque position de capteur de chaque participant sont présentés dans le Tableau 6 et les Figures 4 et 5. Les temps de marche sont surestimés par les capteurs alors que les temps d'activité debout sont dans une proportion équivalente sous-estimés chez les deux participants.

#### Sensibilité et spécificité des capteurs en fonction de leur position

La sensibilité était de 61 à 91% pour les trois positions de capteurs chez les participants A et B. La spécificité était de 55 à 88% pour les trois positions de capteurs chez les participants

Figure 4

Temps réel, temps estimé de marche et d'activité debout chez le participant A en fonction de chaque position de capteur

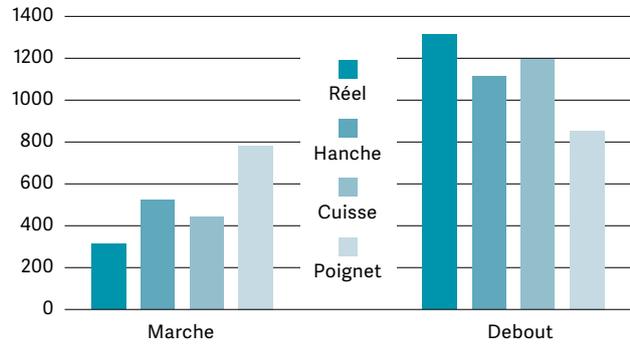
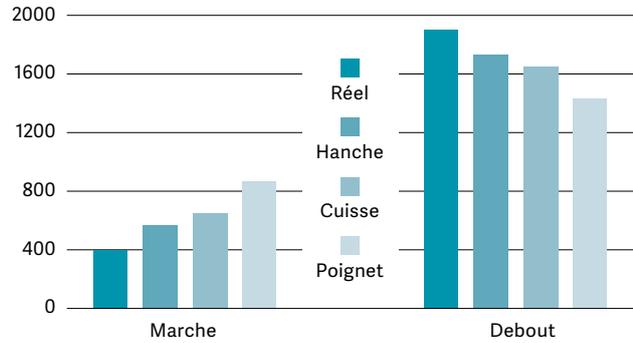


Figure 5

Temps réel, temps estimé de marche et d'activité debout chez le participant B en fonction de chaque position de capteur



A et B (Tableau 7). Les capteurs de la hanche et de la cuisse semblent mieux différencier la marche et l'activité debout (se = 83-91%; sp = 82-88%) par rapport au capteur du poignet (se = 61-65%; sp = 55-68%) (Tableau 7).

Tableau 6

Temps réel, temps estimé de marche et d'activité debout, taux d'erreur pour chaque participant en fonction de chaque position de capteur

	Hanche		Cuisse		Poignet	
	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B
Temps de marche réel(s)	317	398	317	398	317	398
Temps de marche prédit(s)	523	559	441	652	782	865
Temps d'activité debout réel(s)	1318	1901	1318	1901	1318	1901
Temps d'activité debout prédit(s)	1112	1740	1194	1647	853	1434
Taux d'erreur (%)	13	7	8	11	28	20

Tableau 7

Sensibilité et spécificité des capteurs pour chaque participant en fonction de leur position

	Hanche		Cuisse		Poignet	
	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B	Participant A	Participant B
Sensibilité (%): prédiction marche	91	83	85	90	61	65
Spécificité (%): prédiction activité debout	82	88	87	85	55	68

## DISCUSSION

L'objectif de cette étude préliminaire était d'évaluer la capacité d'un accéléromètre unique placé sur différentes structures corporelles à mesurer la durée et le type d'activité physique afin de déterminer le positionnement optimal de cet outil pour ces mesures. Les résultats indiquent que les accéléromètres placés sur le poignet semblent être suffisants pour différencier l'activité physique du comportement sédentaire, mais moins adaptés pour différencier la marche de la position debout. En revanche, ceux placés sur la hanche et la cuisse permettent à la fois de différencier l'activité physique du comportement sédentaire et la marche de la position debout.

Les estimations moins précises du temps de marche et d'activité debout obtenues avec le capteur positionné au poignet peuvent s'expliquer par la nature des activités évaluées pendant l'expérimentation, qui étaient constituées d'une alternance rapide de mouvements statiques et dynamiques combinés à une mobilisation importante des membres supérieurs et une faible mobilisation des membres inférieurs (par exemple, lors de la manipulation des ustensiles de cuisine ou de l'utilisation de l'aspirateur). Dans ce contexte, seules les activités de même nature d'une durée supérieure à 5 secondes ont été prises en compte dans l'analyse. Cette valeur, fixée arbitrairement à partir des données collectées et des enregistrements vidéo, a potentiellement influencé la sensibilité et la spécificité des résultats obtenus avec chacun des capteurs. Elle pourrait être modifiée en fonction des objectifs cliniques de l'étude, de la durée et de la diversité des activités physiques évaluées.

Les résultats de cette étude préliminaire indiquent que le positionnement d'un accéléromètre unique sur la cuisse ou sur la hanche permettrait d'identifier plus précisément le type d'activité, et notamment la marche et la position debout d'une personne par rapport à un accéléromètre positionné au poignet, ce qui est concordant avec les résultats identifiés dans la littérature<sup>(43)</sup>. Le positionnement d'un accéléromètre au niveau de la cuisse est de plus en plus encouragé dans les études épidémiologiques récentes compte tenu des conditions de port facilitées sur cette structure corporelle par rapport à la hanche<sup>(44-46)</sup>. Néanmoins, bien que les accéléromètres positionnés au niveau de la cuisse différencient la position assise de la marche ou de la position debout, ils ne semblent pas adaptés pour discriminer la position assise de la position couchée qui peut aussi être adoptée au quotidien (par exemple lors du visionnage de la télévision)<sup>(39)</sup>. Ainsi, certaines études préconisent plutôt l'utilisation d'une paire minimale d'accéléromètres pour évaluer précisément la posture dans des conditions de vie libre<sup>(47)</sup> bien que la contrainte liée au port de plusieurs dispositifs et ses potentiels impacts sur les résultats ne sont pas systématiquement abordés dans la littérature.

Par ailleurs, d'autres méthodologies de traitement des données auraient pu éventuellement être testées pour améliorer la précision des résultats obtenus. L'orientation de l'accéléromètre sur les différentes structures corporelles aurait pu être prise en compte pour identifier les postures adoptées grâce à la mesure de l'angle entre la direction de la gravité et l'axe vertical de l'appareil<sup>(48)</sup>. Plutôt que de se baser uniquement sur la mesure des accélérations linéaires,

l'exploitation des vitesses de rotation fréquemment enregistrées via un gyroscope embarqué dans le même boîtier que l'accéléromètre (en cas d'utilisation de centrales inertielles) aurait également pu améliorer les résultats présentés<sup>(49)</sup>. Parallèlement, des méthodes basées sur la reconnaissance de l'activité humaine (*Human Activity Recognition HAR*) auraient pu être testées<sup>(50,51)</sup>. Ces méthodes constituent un domaine de recherche en pleine expansion qui exploite des modèles d'apprentissage automatique pour comprendre les activités et mouvements dans divers environnements<sup>(52-56)</sup>.

Enfin, l'utilisation d'un seul accéléromètre pour évaluer l'activité physique constitue un défi méthodologique à relever, indissociable de la question de l'acceptabilité du dispositif et du contexte dans lequel la personne l'utilise<sup>(47)</sup>. Cette étude visait à déterminer la localisation préférentielle d'un accéléromètre unique pour mesurer l'activité physique, car la contrainte que représente ce type d'appareil est à minimiser pour tenter de garantir son utilisation dans des conditions de vie libre<sup>(57)</sup>. En complément des données quantitatives recueillies, les retours d'expérience des deux participants au cours de l'étude ont révélé les problématiques potentielles liées à l'utilisation de ces capteurs. Ils ont fait part de l'inconfort qu'ils pouvaient ressentir (du fait du système de fixation avec une ceinture élastique qui nécessitait par exemple d'être ponctuellement réajusté au niveau de la cuisse) et ils ont mentionné leurs inquiétudes concernant l'oubli de la mise en place de l'appareil sur leur corps (s'il doit être porté plusieurs jours, retiré et réinstallé lors de la toilette ou lors du rechargement).

### Limites et perspectives

Une des principales limites de cette étude est liée au nombre de personnes incluses. Le nombre de participants a été restreint à deux personnes pour prétester une méthodologie de traitement des données d'accélération. Il serait désormais intéressant de déployer cette méthodologie sur une plus grande cohorte de sujets afin de préciser les résultats obtenus, et notamment l'évaluation des seuils de *count* optimaux permettant de différencier les types d'activités. Il serait également intéressant de déployer cette méthodologie auprès de personnes présentant des conditions de santé spécifiques et des âges variés afin d'identifier les potentielles différences de seuils de *count* optimaux lors de la réalisation d'activités quotidiennes. Enfin, il serait aussi pertinent de tester cette méthodologie sur une durée plus longue, au cours de la réalisation d'une plus grande diversité d'activités de la vie quotidienne.

Ces perspectives nous invitent à considérer un dispositif expérimental plus conséquent avec par exemple la mise en place de plusieurs caméras dans l'ensemble des pièces d'un appartement. Ce type d'expérimentation constituerait une étape préalable nécessaire à l'utilisation de ce type d'outils dans des environnements non contrôlés. Comme évoqué précédemment, d'autres méthodes de traitement des données d'accélération basées par exemple sur l'analyse du signal brut d'accélération ou sur des modèles d'apprentissage automatique pourraient également être testées. Enfin, en complément des études de validation nécessaires, une attention particulière devra être accordée à l'expérience des utilisateurs et l'analyse du contexte dans lequel ils évoluent pour garantir l'utilisation de ces dispositifs dans un contexte clinique.

## CONCLUSION

Un unique accéléromètre au niveau de la cuisse, de la hanche ou du poignet peut être utilisé pour évaluer objectivement la durée et le type d'activité physique lors de la réalisation d'activités quotidiennes. Un capteur au poignet peut être suffisant pour différencier la durée d'activité physique et de comportement sédentaire alors que d'autres localisations telles que la hanche ou la cuisse sont à privilégier pour identifier plus précisément le type d'activité (par exemple pour différencier la marche de l'activité debout). Le choix de ce positionnement doit donc être réalisé en fonction des variables d'intérêt de l'utilisateur de ces dispositifs tout en gardant à l'esprit les enjeux d'acceptabilité. Des études complémentaires sont nécessaires pour valider la méthodologie pré-testée, la déployer sur un plus grand nombre de personnes, une plus grande diversité d'activités et pour garantir son utilisation dans une variété de contextes.

### IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- Un accéléromètre unique pourrait être utilisé pour mesurer objectivement la durée et le type d'activité physique lors de la réalisation d'activités quotidiennes.
- Un accéléromètre au niveau du poignet pourrait être suffisant pour différencier la durée d'activité physique et de comportement sédentaire.
- D'autres localisations telles que la hanche ou la cuisse seraient à privilégier pour analyser plus précisément le type d'activité, notamment distinguer le temps de marche et d'activité debout.

### Contact

Mathilde Berger  
mathilde.berger@hetsl.ch

## ABSTRACT

**Introduction:** Assessment of physical activity is crucial in rehabilitation. Wearable motion sensors are an appealing alternative to the questionnaires commonly used in clinical practice.

**Objective:** This study aimed to assess the ability of a single accelerometer placed on different body parts to measure the duration and type of physical activity to determine the optimal placement of this device for these measurements.

**Methods:** Two participants performed three tasks with three accelerometers simultaneously positioned on their hip, thigh, and wrist. Acceleration data were processed using a classification method based on the calculation of optimal thresholds using the receiver operating characteristic (ROC) curves. Then, the sensitivity and specificity of each sensor were calculated for each participant.

**Results:** Accelerometers on the hip, thigh, and wrist differentiated between physical activity and sedentary behavior time with an accuracy of 72%–87%. During periods of physical activity, accelerometers on the hip and thigh

differentiated walking and standing time with an accuracy of 82%–91%, whereas the wrist accelerometer distinguished the same types of activity with an accuracy of 55%–68%.

**Conclusions:** A wrist-worn accelerometer can be used to measure physical activity time versus sedentary time, whereas other placements such as the hip or thigh are preferable for a more precise assessment of the type of activity performed.

### KEYWORDS

physical activity / accelerometer / measurement / placement / daily life

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Die Bewertung der körperlichen Aktivität ist entscheidend für die Überwachung von Personen in der Rehabilitation. Tragbare Bewegungssensoren bieten eine interessante Alternative zu den in der klinischen Praxis üblicherweise verwendeten Fragebögen.

**Ziel:** Das Ziel dieser Studie ist es, die Fähigkeit eines einzelnen Beschleunigungsmessers zur Erfassung der Dauer und Art der körperlichen Aktivität, der an verschiedenen Körperstellen platziert wird, zu bewerten, um die optimale Positionierung dieses Geräts für diese Messungen zu bestimmen.

**Methode:** Zwei Teilnehmer führten drei Aufgaben mit an der Hüfte, dem Oberschenkel und dem Handgelenk angebrachten Beschleunigungsmessern aus. Die Beschleunigungsdaten wurden mittels einer Klassifizierungsmethode analysiert, die auf der Berechnung durchschnittlicher optimaler Schwellenwerte aus Receiver-Operating-Characteristic-Kurven basiert. Anschließend wurden Sensitivität und Spezifität jedes Sensors für jeden Teilnehmer errechnet.

**Ergebnisse:** Die Beschleunigungsmesser an Hüfte, Oberschenkel und Handgelenk messen die Dauer der körperlichen Aktivität und des sitzenden Verhaltens mit einer Wahrscheinlichkeit von 72 bis 87%. In Phasen körperlicher Aktivität prognostizieren die Geräte an Hüfte und Oberschenkel die Geh- und Stehzeiten mit einer Wahrscheinlichkeit von 82 bis 91%, während der Beschleunigungsmesser am Handgelenk dieselben Aktivitätsarten mit einer Wahrscheinlichkeit von 55 bis 68% vorhersagt.

**Schlussfolgerung:** Ein am Handgelenk positionierter Beschleunigungsmesser kann verwendet werden, um die Dauer der körperlichen Aktivität und des sitzenden Verhaltens zu messen, während andere Positionen wie an der Hüfte oder dem Oberschenkel genutzt werden sollten, um die Art der ausgeführten Aktivität zu bewerten.

### SCHLÜSSELWÖRTER

körperliche Aktivität / Beschleunigungsmesser / Messung / Positionierung / Alltag

## Références

1. Foster NE, Anema JR, Cherkin D, Chou R, Cohen SP, Gross DP, et al. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. *The Lancet*. 2018;391(10137):2368-83.
2. Hayden JA, Ellis J, Ogilvie R, Malmivaara A, Tulder MW van. Exercise therapy for chronic low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2021;(9).
3. Gaseem A, Wilt TJ, McLean RM, Forcica MA. Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical practice guideline from the American college of physicians. *Ann Intern Med*. 2017;166(7):514-30.
4. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*. 1985;100(2):126-31.
5. OMS. Activité physique [Internet]. 2020 [cité 3 octobre 2024]. Disponible : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
6. HAS. Guide des connaissances sur l'activité physique et la sédentarité [Internet]. 2022 p. 1-57. Disponible sur : [https://www.has-sante.fr/plugins/ModuleXitiKLEE/types/FileDocument/doXiti.jsp?id=p\\_3360234](https://www.has-sante.fr/plugins/ModuleXitiKLEE/types/FileDocument/doXiti.jsp?id=p_3360234)
7. OMS. Recommandations mondiales sur l'activité physique pour la santé [Internet]. Organisation mondiale de la Santé; 2010 [cité 16 juill 2024]. Disponible sur : <https://iris.who.int/handle/10665/44436>
8. Boiche J, Fervers B, Freyssenot D, Gremy I, Guiraud T, Moro C, et al. Activité physique : prévention et traitement des maladies chroniques. Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM); 2019. p. Paris : Inserm : Éditions EDP Sciences (ISSN : 0990). Disponible : <https://www.hal.inserm.fr/inserm-02102457>
9. Butte NF, Ekelund U, Westerterp KR. Assessing physical activity using wearable monitors: measures of physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2012;44:S5-12.
10. Tremblay MS, Aubert S, Barnes JD, Saunders TJ, Carson V, Latimer-Cheung AE, et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) – Terminology Consensus Project process and outcome. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2017;14(1):75.
11. Freire APCF, de Oliveira CBS, Christofaro DGD, Shumate S, Marques LBF, Pinto RZ. Isotemporal substitution of sedentary behavior by different physical activity intensities on pain and disability of patients with chronic low back pain: A Cross-Sectional Study. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2022;103(10):1944-50.
12. Carvalho FA, Morelhão PK, Franco MR, Maher CG, Smeets RJEM, Oliveira CB, et al. Reliability and validity of two multidimensional self-reported physical activity questionnaires in people with chronic low back pain. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2017;27:65-70.
13. Janz KF. Physical activity in epidemiology: moving from questionnaire to objective measurement. *British Journal of Sports Medicine*. 2006;40(3):191-2.
14. Williams K, Frei A, Vetsch A, Dobbels F, Puhon MA, Rüdell K. Patient-reported physical activity questionnaires: A systematic review of content and format. *Health Qual Life Outcomes*. 2012;10(1):28.
15. Sember V, Meh K, Soric M, Starc G, Rocha P, Jurak G. Validity and reliability of international physical activity questionnaires for adults across eu countries: systematic review and meta analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(19):7161.
16. van Poppel MNM, Chinapaw MJM, Mookink LB, van Mechelen W, Terwee CB. Physical activity questionnaires for adults. *Sports Med*. 2010;40(7):565-600.
17. Vuillemin A, Speyer E, Simon C, Ainsworth B, Paineau D. Revue critique des questionnaires d'activité physique administrés en population française et perspectives de développement. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 2012;47(5):234-41.
18. Naranjo-Hernandez D, Reina-Tosina J, Roa LM. Sensor technologies to manage the physiological traits of chronic pain: a review. *Sensors*. 2020;20(2):365.
19. Lee S, Walker RM, Kim Y, Lee H. Measurement of human walking movements by using a mobile health app: motion sensor data analysis. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2021;9(3):e24194.
20. Schaller A, Rudolf K, Dejonghe L, Grieben C, Froboese I. Influencing factors on the overestimation of self-reported physical activity: a cross-sectional analysis of low back pain patients and healthy controls. *BioMed Res Int*. 2016.
21. Westerterp KR. Doubly labelled water assessment of energy expenditure: principle, practice, and promise. *Eur J Appl Physiol*. 2017;117(7):1277-85.
22. Hills AP, Mokhtar N, Byrne NM. Assessment of physical activity and energy expenditure: an overview of objective measures. *Front Nutr*. 2014;1.
23. Slieden M, Lipperts M, Tjur M, Mechlenburg I. Use of accelerometer-based activity monitoring in orthopaedics: benefits, impact and practical considerations. *EFORT Open Reviews*. 2019;4(12):678-85.
24. Troiano RP, McClain JJ, Brychta RJ, Chen KY. Evolution of accelerometer methods for physical activity research. *Br J Sports Med*. 2014;48(13):1019-23.
25. Evenson KR, Scherer E, Peter KM, Cuthbertson CC, Eckman S. Historical development of accelerometry measures and methods for physical activity and sedentary behavior research worldwide: A scoping review of observational studies of adults. *Plos One*. 2022;17(11):e0276890.
26. Barker J, Smith Byrne K, Doherty A, Foster C, Rahimi K, Ramakrishnan R, et al. Physical activity of UK adults with chronic disease: cross-sectional analysis of accelerometer-measured physical activity in 96 706 UK Biobank participants. *International Journal of Epidemiology*. 2019;48(4):1167-74.
27. Perruchoud C, Buchser E, Johaneck LM, Aminian K, Paraschiv-Ionescu A, Taylor RS. Assessment of physical activity of patients with chronic pain. *Neuromodulation*. 2014;17:42-7.
28. Routhier F, Duclos NC, Lacroix É, Lettre J, Turcotte E, Hamel N, et al. Clinicians' perspectives on inertial measurement units in clinical practice. *Plos One*. 2020;15(11):e0241922.
29. Silfee VJ, Haughton CF, Jake-Schoffman DE, Lopez-Cepero A, May CN, Sreedhara M, et al. Objective measurement of physical activity outcomes in lifestyle interventions among adults: A systematic review. *Preventive Medicine Reports*. 2018;11:74-80.
30. Yang CC, Hsu YL. A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors*. 2010;10(8):7772-88.
31. Migueles JH, Cadenas-Sanchez C, Ekelund U, Delisle Nyström C, Mora-Gonzalez J, Löf M, et al. Accelerometer data collection and processing criteria to assess physical activity and other outcomes: a systematic review and practical considerations. *Sports Med*. 2017;47(9):1821-45.
32. Neishabouri A, Nguyen J, Samuelsson J, Guthrie T, Biggs M, Wyatt J, et al. Quantification of acceleration as activity counts in ActiGraph wearable. *Sci Rep*. 2022;12(1):11958.
33. Skender S, Ose J, Chang-Claude J, Paskow M, Brühmann B, Siegel EM, et al. Accelerometry and physical activity questionnaires – a systematic review. *BMC Public Health*. 2016;16(1):515.
34. Gao Z, Liu W, McDonough DJ, Zeng N, Lee JE. The dilemma of analyzing physical activity and sedentary behavior with wrist accelerometer data: challenges and opportunities. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(24):5951.
35. Rosenberger ME, Buman MP, Haskell WL, McConnell MV, Carstensen LL. 24 hours of sleep, sedentary behavior, and physical activity with nine wearable devices. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(3):457-65.
36. Berger M, Bertrand AM, Robert T, Chèze L. Measuring objective physical activity in people with chronic low back pain using accelerometers: a scoping review. *Front Sports Act Living*. 2023;5:1236143.
37. Vanhelst J. Quantification de l'activité physique par l'accélérométrie. *Revue d'Épidémiologie et de Santé Publique*. 2019;67(2):126-34.
38. Ozemek C, Kirschner MM, Wilkerson BS, Byun W, Kaminsky LA. Intermonitor reliability of the GT3X+ accelerometer at hip, wrist and ankle sites during activities of daily living. *Physiol Meas*. 2014;35(2):129.
39. Liu F, Wanigatunga AA, Schrack JA. Assessment of physical activity in adults using wrist accelerometers. *Epidemiologic Reviews*. 2021;43(1):65-93.
40. Smuck M, Tomkins-Lane C, Ith MA, Jarosz R, Kao MCJ. Physical performance analysis: A new approach to assessing free-living physical activity in musculoskeletal pain and mobility-limited populations. *Plos One*. 2017;12(2):e0172804.
41. Armand S, Bonnefoy-Mazure A, Hoffmeyer P, de Coulon G. Analyse quantifiée de la marche : mode d'emploi. *Revue médicale suisse*. 2015;11(490):1916-20.
42. Brønd JC, Andersen LB, Arvidsson D. Generating actigraph counts from raw acceleration recorded by an alternative monitor. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(11):2351-60.

**43.** Arvidsson D, Fridolfsson J, Börjesson M. Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *Journal of Internal Medicine*. 2019;286(2):137-53.

**44.** Edwardson CL, Maylor BD, Dawkins NP, Plekhanova T, Rowlands AV. Comparability of postural and physical activity metrics from different accelerometer brands worn on the thigh: data harmonization possibilities. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 2022;26(1):39-50.

**45.** Skovbjerg F, Honoré H, Mechlenburg I, Lipperts M, Gade R, Næss-Schmidt ET. Monitoring physical behavior in rehabilitation using a machine learning-based algorithm for thigh-mounted accelerometers: development and validation study. *JMIR Bioinformatics and Biotechnology*. 2022;3(1):e38512.

**46.** Stevens ML, Gupta N, Eroglu EI, Crowley PJ, Eroglu B, Bauman A, et al. Thigh-worn accelerometry for measuring movement and posture across the 24-hour cycle: a scoping review and expert statement. *Bmj Open Sport & Exercise Medicine*. 2020;6(1):e000874.

**47.** Wei L, Wang SJ. Motion tracking of daily living and physical activities in health care: systematic review from designers' perspective. *JMIR mHealth and uHealth*. 2024;12(1):e46282.

**48.** Vähä-Ypyä H, Husu P, Suni J, Vasankari T, Sievänen H. Reliable recognition of lying, sitting, and standing with a hip-worn accelerometer. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2018;28(3):1092-102.

**49.** Abiad NA, Kone Y, Renaudin V, Robert T. Smartstep: A Robust STEP Detection Method Based on SMARTphone Inertial Signals Driven by Gait Learning. *IEEE Sensors Journal*. 2022;22(12):12288-97.

**50.** Demrozi F, Pravadelli G, Bihorac A, Rashidi P. Human activity recognition using inertial, physiological and environmental sensors: a comprehensive survey. *IEEE Access*. 2020;8:210816-36.

**51.** Pannurat N, Thiemjarus S, Nantajeewarawat E, Anantavasilp I. Analysis of optimal sensor positions for activity classification and application on a different data collection scenario. *Sensors*. 2017;17(4):774.

**52.** Kheirkhan M, Chakraborty A, Wanigatunga AA, Corbett DB, Manini TM, Ranka S. Wrist accelerometer shape feature derivation methods for assessing activities of daily living. *BMC Med Inform Decis Mak*. 2018;18(4):124.

**53.** Montoye AHK, Pivarnik JM, Mudd LM, Biswas S, Pfeiffer KA. Validation and comparison of accelerometers worn on the hip, thigh, and wrists for measuring physical activity and sedentary behavior. *AIMS Public Health*. 2016;3(2):298-312.

**54.** Mortazavi B, Nemati E, VanderWall K, Flores-Rodriguez HG, Cai JYJ, Lucier J, et al. Can smartwatches replace smartphones for posture tracking? *Sensors*. 2015;15(10):26783-800.

**55.** Moschetti A, Fiorini L, Esposito D, Dario P, Cavallo F. Recognition of daily gestures with wearable inertial rings and bracelets. *Sensors*. 2016;16(8):1341.

**56.** Pires IM, Marques G, Garcia NM, Zdravevski E. Identification of activities of daily living through artificial intelligence: an accelerometry-based approach. *Procedia Computer Science*. 2020;175:308-14.

**57.** Fortune E, Lugade VA, Kaufman KR. Posture and movement classification: the comparison of tri-axial accelerometer numbers and anatomical placement. *Journal of Biomechanical Engineering*. 2014;136(051003).

Energie vitale...  
et bien-être...

**BIOLYT-Nature<sup>SP</sup>**

- soin idéal des cicatrices
- lors de cicatrices tendues, douloureuses
- détend et redonne sensibilité
- favorise le flux énergétique
- augmente le bien-être

Avec vitamine E  
Enrichie à l'huile d'abricot  
Sans Parabène

**BIOLYT**  
Energie vitale et bien-être dès 1979

1015

# Périodisation de l'entraînement des athlètes féminines euménorrhéiques en fonction du cycle menstruel: une synthèse narrative

## Periodization of eumenorrheic female athletes' training based on the menstrual cycle: A narrative synthesis

(Abstract on page 244)

## Periodisierung des Trainings von amenorrhöischen Athletinnen auf Basis des Menstruationszyklus: eine narrative Synthese

(Zusammenfassung auf Seite 244)

Anna Stitelmann<sup>1,2</sup> (PT, MSc), Anne-Violette Bruyneel<sup>1</sup> (PT, PhD), Carina Enea<sup>3</sup> (PhD), Nathalie Boisseau<sup>4</sup> (PhD)

Mains Libres 2024; 4: 237-246 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.237

MOTS-CLÉS cycle menstruel / performance / santé / périodisation / blessure

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Les recherches en sciences du sport ont historiquement été concentrées sur des études provenant de populations masculines, laissant des lacunes dans la compréhension des spécificités féminines. Avec une participation croissante des femmes dans le sport amateur et professionnel, il est important d'explorer comment des facteurs, tels que le cycle menstruel, peuvent influencer la performance et la pratique sportive des athlètes féminines.

**Objectif:** Cette synthèse des preuves scientifiques vise à évaluer la pertinence de la périodisation de l'entraînement en fonction des phases du cycle menstruel. Tout en mettant en avant l'importance de suivre précisément les phases du cycle menstruel, elle analyse ses effets potentiels sur des marqueurs subjectifs (perception de l'effort) et objectifs de la performance (force et fatigabilité neuromusculaire). Elle examine également le rôle de la périodisation du renforcement musculaire, ainsi que le risque de blessure.

**Développement et discussion:** Les données scientifiques actuelles ne montrent pas d'influence significative du cycle menstruel sur divers déterminants de la performance, telles que la force ou la fatigabilité neuromusculaire, ni sur le risque de blessures. En revanche, les symptômes et troubles du cycle menstruel (syndrome prémenstruel, dysménorrhées, ménorragies) doivent être pris en considération pour optimiser la performance. Le monitoring du cycle menstruel est donc recommandé pour détecter ces symptômes afin d'améliorer la santé et la performance des sportives.

**Conclusion:** Bien que les preuves actuelles portant sur l'influence du cycle menstruel sur la performance et le risque de blessures ne justifient pas une périodisation de l'entraînement, le suivi personnalisé du cycle menstruel reste pertinent pour optimiser la santé et le bien-être des athlètes féminines. Une approche individualisée, basée sur les symptômes perçus par les athlètes, est encouragée.

Les auteurs déclarent qu'il n'y a pas de conflit d'intérêts concernant ce travail. De plus, aucune source de financement spécifique n'a été reçue pour mener à bien ce travail.

Article reçu le 9 juillet 2024, accepté le 20 octobre 2024.

- <sup>1</sup> Filière Physiothérapie, Haute école de santé Genève, HES-SO// Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale, Genève, Suisse
- <sup>2</sup> Service de chirurgie orthopédique et traumatologie de l'appareil locomoteur, Unité d'orthopédie et traumatologie du sport, Swiss Olympic Medical Center, Hôpitaux Universitaires de Genève, Genève, Suisse
- <sup>3</sup> Laboratoire de Mobilité, Vieillesse et Exercice (MOVE), Université de Poitiers, Poitiers, France
- <sup>4</sup> Laboratoire des Adaptations Métaboliques à l'Exercice en conditions Physiologiques et Pathologiques (AME2P), Université Clermont Auvergne (UCA), Clermont-Ferrand, France

## CONTEXTE

À ce jour, la majorité des recherches scientifiques dans le domaine du sport est centrée sur la population masculine, ce qui limite les connaissances sur les spécificités inhérentes aux femmes. La recherche en sciences du sport intégrerait 35 à 37% de participantes et seulement 6% des études seraient uniquement composées de femmes<sup>(1,2)</sup>. Or, les différences intersexes observées dans des recherches récentes et la participation croissante des femmes aux activités dites sportives mettent en évidence l'importance de mieux comprendre l'influence du statut hormonal sur la performance et/ou le risque de blessures.

Ces dernières années ont été marquées par un engouement croissant autour de la compréhension des effets du cycle menstruel sur la performance physique. Ainsi, depuis 2020, cinq méta-analyses ont été publiées sur le lien entre le cycle menstruel et la performance sportive<sup>(3-7)</sup>. Néanmoins, la notion de performance (ainsi que les indicateurs utilisés) varie considérablement entre les études, ce qui peut rendre la comparaison des résultats difficile. De manière générale, la notion de performance peut être définie comme la capacité à accomplir une tâche ou une série de tâches avec un degré optimal d'efficacité, de compétence ou de succès. Dans le sport, la performance fait référence à la capacité d'un athlète ou d'une équipe à obtenir un résultat compétitif, en fonction de critères physiques, techniques, tactiques et psychologiques. Dans cet article, cette notion sera abordée à la fois à travers des variables subjectives (auto-perception des athlètes) et des variables objectives physiologiques, ayant trait à la performance neuromusculaire (force maximale, fatigabilité neuromusculaire).

Parallèlement, de nombreux articles destinés au grand public émergent dans les médias et sur les réseaux sociaux, proposant des recommandations pour adapter et périodiser l'activité physique et les programmes d'entraînement en fonction du cycle menstruel<sup>(8,9)</sup>. Cette périodisation consiste à organiser et ajuster les charges d'entraînement (intensité, volume, type d'exercice) en tenant compte des phases du

cycle. Elle repose sur l'idée que les fluctuations hormonales au cours du cycle pourraient influencer les performances physiques et le risque de blessure, justifiant ainsi un ajustement des charges ou du contenu de l'entraînement pour mieux prévenir ces risques. Il convient néanmoins de souligner que, mis à part en renforcement musculaire, la périodisation en fonction du cycle menstruel est encore peu étudiée dans la littérature scientifique<sup>(1)</sup>. En raison du nombre limité d'études disponibles et des biais méthodologiques présents dans les recherches publiées, les sources citées (lorsqu'elles le sont) ne sont pas toujours fiables. Ceci remet en question la qualité des recommandations, susceptibles de véhiculer des messages simplistes et parfois erronés auprès du public.

## OBJECTIF

L'objectif principal de cet article est de fournir une synthèse narrative non exhaustive des preuves scientifiques existantes sur la pertinence d'implémenter une périodisation de l'entraînement en fonction des différentes phases du cycle menstruel chez les athlètes féminines. Pour répondre à cet objectif, les points suivants sont abordés :

- La nécessité de monitorer avec précision les phases du cycle ;
- L'analyse des effets du cycle menstruel sur des marqueurs subjectifs et objectifs de la performance (force, et fatigabilité neuromusculaire) ;
- Le renforcement musculaire périodisé ;
- Le risque de blessures dont celui du ligament croisé antérieur (LCA).

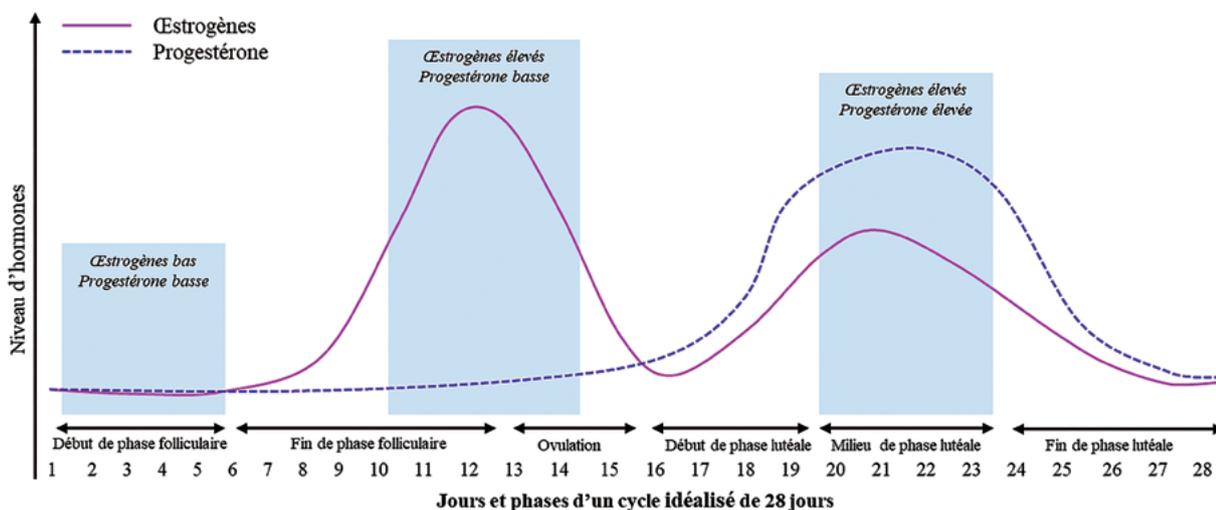
## DÉVELOPPEMENT

### Suivi des différentes phases du cycle menstruel chez la femme euménorrhéique

Le cycle menstruel est un processus physiologique qui présente une fluctuation cyclique des hormones reproductives (les œstrogènes et la progestérone) sur une période

Figure 1

Différentes phases du cycle menstruel sur un cycle idéalisé de 28 jours



Adapté de Mc. Nulty et al. 2020

d'environ 28 jours (Figure 1). Il est composé de deux phases principales: la phase folliculaire et la phase lutéale. Ces phases sont séparées par la période ovulatoire qui se situe généralement à la moitié du cycle. Le premier jour de la phase folliculaire est caractérisé par le début des menstruations (règles). Pendant cette période, le follicule dominant est « sélectionné »<sup>(10)</sup>. Cette phase se caractérise par un taux bas d'œstrogènes dû à la régression du corps jaune du cycle précédant. L'augmentation progressive du niveau d'œstrogènes provoqué par la croissance du nouveau follicule va favoriser la stimulation de l'hormone lutéinisante (HL), caractéristique de l'ovulation<sup>(10)</sup>.

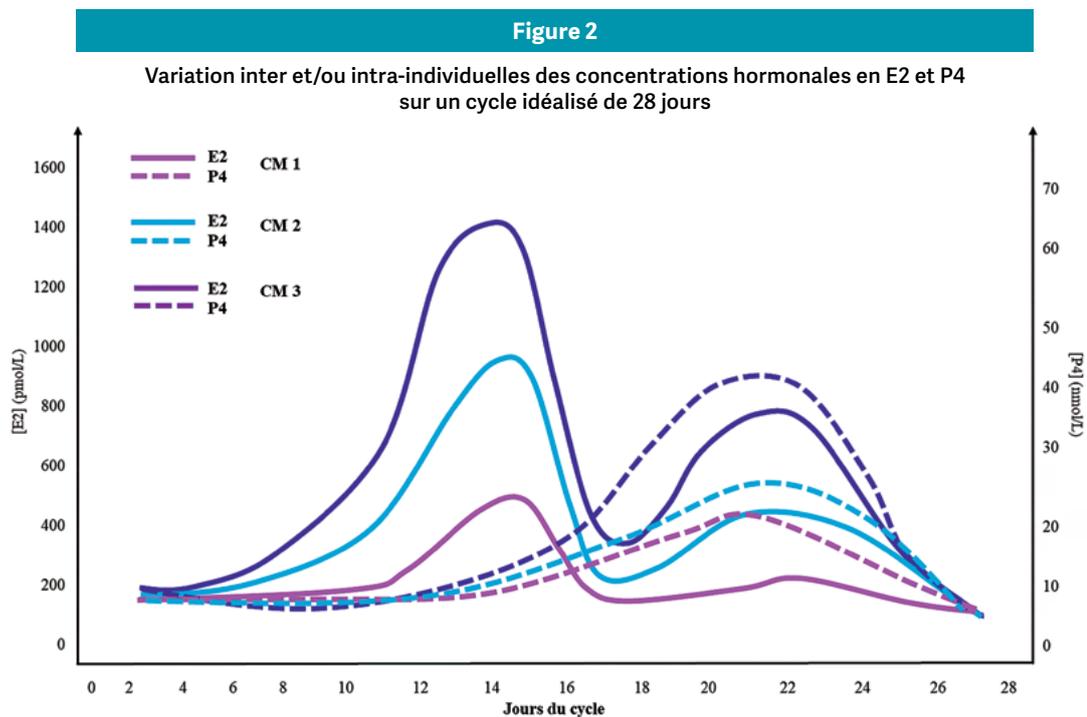
Trois phases distinctes sont utilisées pour planifier l'entraînement des athlètes en fonction du cycle menstruel et pour

étudier les effets du cycle menstruel dans les études scientifiques en raison d'un schéma hormonal spécifique:

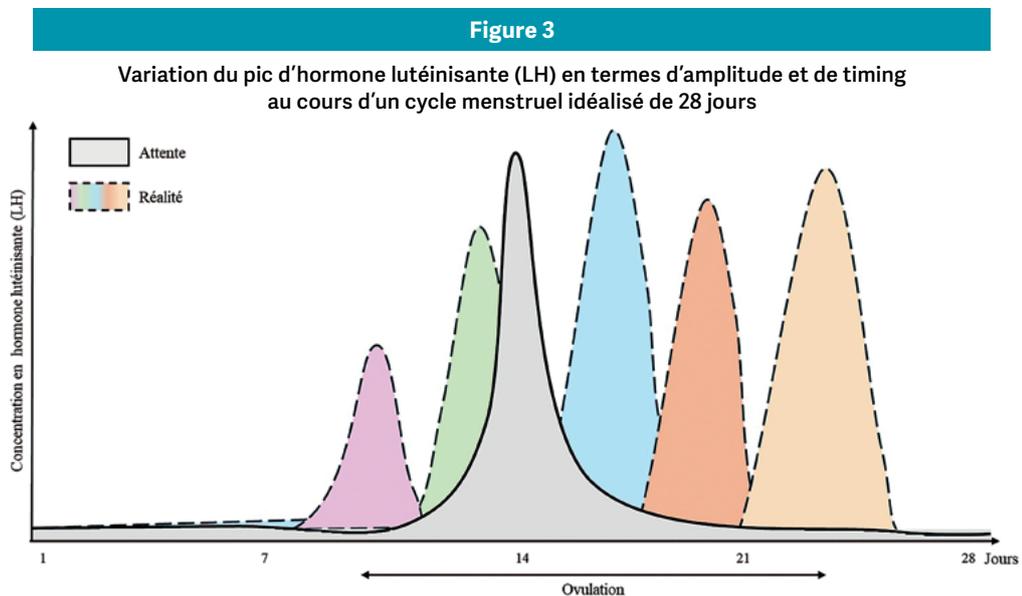
- Le début de la phase folliculaire (DPF): avec un taux faible d'œstrogènes et de progestérone;
- La fin de phase folliculaire (FPF): avec un taux élevé d'œstrogènes et un taux bas de progestérone;
- Le milieu de phase lutéale (MPL): avec un taux élevé d'œstrogènes et de progestérone.

Au sein des oestrogènes, le 17-β œstradiol (E2) est très majoritaire. Le rapport 17-β œstradiol /progestérone (P4) (soit E2/ P4) est ainsi différent entre les 3 phases du cycle.

Cependant, le postulat de départ selon lequel les femmes ont un cycle « régulier » de 28 jours et ovulent au milieu du cycle



Trois cycles potentiels sont présentés. **CM**: cycle menstruel; **E2**: œstrogènes; **P4**: progestérone. Adapté de D'souza *et al.* 2023.



Adapté de Colenso-Semple *et al.* 2023

doit être revu. En effet, une grande variabilité intra-individuelle et inter-individuelle est observée lors du cycle menstruel en termes de concentrations hormonales, de durée du cycle menstruel et de survenue des différentes phases du cycle (Figures 2 et 3)<sup>(5)</sup>. Par exemple, la phase folliculaire peut varier de 10 à 22 jours et la phase lutéale de 7 à 17 jours<sup>(11)</sup>. Les femmes ayant des cycles longs peuvent même présenter jusqu'à trois pics de concentrations hormonales (contrairement à ce qui est représenté dans les figures 1 et 2)<sup>(12,13)</sup>. De plus, les fluctuations hormonales peuvent être très importantes, les concentrations sanguines en hormones sexuelles pouvant varier de plus de 100 % sur une période de 24h.<sup>(10)</sup>

Étant donné l'ampleur de ces variations, il est risqué d'un point de vue méthodologique de déterminer les phases du cycle en se basant uniquement sur la date du premier jour des règles. L'utilisation de la température interne n'est pas non plus recommandée en raison de son manque de validité<sup>(14)</sup>. De plus, sa fiabilité peut être diminuée par divers facteurs tels que le stress, le sommeil, la fatigue, la consommation d'alcool et les conditions environnementales<sup>(15)</sup>.

Elliott-Sale *et al.* (2021) ont formulé des recommandations pour assurer une mesure de meilleure qualité des différentes phases du cycle menstruel<sup>(16)</sup>, ce qui constitue une étape cruciale avant d'évaluer les effets du cycle menstruel sur la performance physique ou le risque de blessures. Ainsi, les critères suivants ont été proposés pour obtenir une distinction plus fiable des différentes phases du cycle :

- Les phases du cycle menstruel doivent être confirmées (*a priori* ou *a posteriori* avec exclusion potentielle) par une mesure sanguine des concentrations en hormones sexuelles (au moins en E2 et P4) ;
- Les participantes qui ont des troubles avérés du cycle menstruel doivent être exclues du protocole (par exemple, une absence d'ovulation confirmée via l'utilisation d'un kit d'ovulation ou encore une oligoménorrhée voire une aménorrhée).

Ces critères servent de référence pour évaluer la qualité de la mesure des phases du cycle menstruel dans les études ayant examiné ce paramètre en lien avec la performance. Les études qui répondent à ces critères sont considérées comme des mesures fiables. Cependant, il est important de noter que la qualité d'une étude ne dépend pas uniquement de la fiabilité des mesures des phases du cycle menstruel. D'autres aspects, tels que la taille de l'échantillon, la reproductibilité des résultats, la prise en compte des facteurs confondants (tel que le stress ou le sommeil), ainsi que l'utilisation de méthodes statistiques appropriées, sont également cruciaux pour assurer la fiabilité et validité des conclusions<sup>(16)</sup>.

### Auto-perception des athlètes sur les effets du cycle menstruel sur la performance

De façon plus subjective, une revue exploratoire menée en 2024 et incluant 39 études et 14 694 participantes, a évalué la perception des athlètes quant à l'impact du cycle menstruel sur leurs performances physiques<sup>(17)</sup>. Les résultats de cette étude montrent qu'une proportion importante d'athlètes (73 %) estime que le cycle menstruel a un impact important sur leur performance. Les athlètes vont même jusqu'à supprimer des entraînements ou une compétition (jusqu'à 76 % des athlètes selon les études) ou ont recours à des

médicaments tels que des analgésiques (paracétamol) et des anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) (19 % des athlètes à chaque cycle) pour être capable de poursuivre leur activité. Les résultats de cette étude montrent toutefois une grande variabilité dans la proportion d'athlètes ressentant ces effets négatifs, de 2,8 % à 100 % selon les études. Les auteurs expliquent cette grande hétérogénéité par l'origine des populations interrogées, les différentes conceptions méthodologiques des études, ou encore par les divergences de compréhension des questions posées aux athlètes. Selon eux, plusieurs facteurs peuvent expliquer l'impact du cycle menstruel sur la performance des athlètes. La première raison invoquée est une prévalence plus élevée des symptômes menstruels et prémenstruels physiques et psychologiques comme la fatigue (de 1,4 % à 89 %), une difficulté à se concentrer (0 % à 60 %) ou se sentir moins puissante (1,1 % à 52 %) <sup>(18)</sup>. Pendant les menstruations, 15,9 % des athlètes ont affirmé que les saignements affectaient leur performance alors que 2,4 % ont déclaré qu'ils n'impactaient pas leur performance<sup>(19)</sup>. La seconde raison invoquée étaient les difficultés de communication. Les athlètes rapportaient un manque de confiance pour parler de leur cycle, ceci ne permettant pas à l'entraîneur d'adapter les séances d'entraînements de manière proactive (en réduisant l'intensité ou le contenu par exemple) et d'éviter que les athlètes ne manquent des séances d'entraînements<sup>(20)</sup>. Finalement, des barrières socio-environnementales ont été signalées. Par exemple, la crainte de saigner à travers les vêtements a été signalée par 17 % à 49,2 % des athlètes<sup>(21,22)</sup>. Dix pour cent des participantes ont ressenti un inconfort à l'utilisation de produits sanitaires et 7 % ont déclaré que l'accès et l'infrastructure des installations sanitaires étaient un problème (par exemple, disponibilité de poubelles sanitaires)<sup>(22)</sup>.

### Impact du cycle menstruel sur la force maximale développée

Des études ont montré un effet des hormones sexuelles (E2 ou P4) sur le tissu musculaire. La majorité de ces études était de type fondamental et a été réalisée au niveau cellulaire ou sur le modèle animal<sup>(12,23)</sup>. Les résultats principaux mettaient en évidence un effet anabolique du 17- $\beta$  estradiol associé à un effet neuro-excitateur, alors que la progestérone semblerait générer des effets antagonistes inhibant l'excitabilité corticale<sup>(24)</sup>. Les effets opposés de ces deux hormones laissent entrevoir l'impact potentiel de toute variation du rapport E2/P4 durant le cycle menstruel féminin. Bien que présentant un intérêt théorique, les résultats rapportés dans la littérature scientifique chez la femme demeurent néanmoins peu concluants en raison de leur caractère divergent. Parallèlement, des niveaux hétérogènes de progestérone pourraient plus ou moins atténuer la perte de masse musculaire liée à l'âge<sup>(23)</sup>. À ce jour, bien que certaines études aient noté des variations de la force maximale ou de la puissance maximale<sup>(25,26)</sup> en lien avec les niveaux plasmatiques d'E2, la majorité des études n'a pas réussi à démontrer de tels effets<sup>(27)</sup>. Dans les études mentionnées, la force était évaluée à l'aide de différentes méthodes, telles que la contraction maximale volontaire (CMV) isométrique, le test d'une répétition maximale (1RM) en demi-back squat et la mesure de la force isocinétique concentrique. Une récente revue parapluie de Colenso-Semple *et al.* (2023), intégrant cinq revues de littérature, démontre un impact limité du cycle menstruel sur la force musculaire<sup>(28)</sup>. Cependant, les auteurs ne peuvent pas statuer en raison des faiblesses

méthodologiques des études incluses. D'après une méta-analyse de Mc Nulty *et al.* (2020), la performance des athlètes pourrait être très légèrement réduite en début de phase folliculaire, avec une taille d'effet de  $-0,06$  (95% IC:  $-0,16$  à  $0,04$ ), c'est-à-dire au moment des menstruations. Toutefois cet effet est probablement négligeable, et l'intervalle de confiance indique qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative. De plus, seules 35 des 73 études analysées ont examiné la force comme résultat de performance<sup>(3)</sup>. Cependant, les auteurs de cette étude ont souligné que la majorité des études incluses (65 études sur 71) était de faible qualité méthodologique et que des études complémentaires sont nécessaires pour obtenir des données robustes permettant d'établir des recommandations. Parmi les études de qualité moyenne à élevée (6 études sur 71), 5 ont mesuré la performance musculaire à partir de la CMV isométrique ou de la force isocinétique concentrique, sans démontrer d'impact des phases du cycle menstruel sur la performance musculaire. Une autre méta-analyse, plus récente, de Niering *et al.* (2024), démontre que la fin de phase folliculaire et la phase ovulatoire sont associées à des améliorations significatives des performances de la force maximale, tandis que d'autres phases, comme la phase lutéale, semblent moins favorables<sup>(29)</sup>. Les études incluses dans cette méta-analyse ont inclus un total de 433 femmes. Les résultats ont révélé des effets de taille moyenne (différence moyenne standardisée pondérée [Standardized mean difference, SMD] =  $0,60$ ) pour la force maximale isométrique en faveur de la fin de la phase folliculaire, des effets de petite taille (SMD =  $0,39$ ) pour la force maximale isocinétique en faveur de la phase ovulatoire, et des effets de petite taille (SMD =  $0,14$ ) pour la force maximale dynamique en faveur de la fin de la phase folliculaire. Cependant, parmi les 22 études incluses, 15 avaient une qualité d'étude faible ou très faible (68,2%) et une seule était de haute qualité (4,5%) selon les recommandations de Mc Nulty *et al.* (2020)<sup>(3)</sup>. De plus, nous remarquons une grande variabilité entre les études quant aux effets des fluctuations hormonales sur les différentes mesures de force maximale<sup>(29)</sup>.

En plus des faiblesses méthodologiques, la grande variabilité des résultats des études suggère que certaines femmes pourraient être particulièrement affectées par leur cycle menstruel, tandis que d'autres ne le sont pas<sup>(3)</sup>. Les concentrations hormonales et la sensibilité des récepteurs associés à ces hormones peuvent varier considérablement d'une femme à l'autre, influençant de ce fait les adaptations physiologiques et les performances selon les phases du cycle<sup>(6)</sup>. Des facteurs confondants tels que l'alimentation, le stress, ou le sommeil peuvent également affecter la performance et ne sont pas toujours contrôlés dans les études<sup>(30-32)</sup>.

### Impact du cycle menstruel sur la fatigabilité neuromusculaire

La fatigabilité neuromusculaire est généralement définie comme une réduction de la capacité d'un muscle à générer de la force en réponse à un exercice<sup>(33)</sup>. Elle dépend non seulement des facteurs physiologiques, tels que le type de contraction (isométrique ou dynamique) et l'état des systèmes cardiorespiratoires et neuromusculaires, mais aussi des perceptions subjectives de l'individu pendant l'effort<sup>(34-36)</sup>.

Les réponses métaboliques peuvent être modulées au cours du cycle menstruel, impliquant potentiellement des impacts

sur la performance motrice. Il a été émis l'hypothèse que l'œstradiol, dont les niveaux sont plus élevés pendant la phase lutéale, favorise la conservation du glycogène musculaire et contribue ainsi à une meilleure récupération musculaire. Cependant, la littérature rapporte des résultats divergents. Certaines études entraînent une diminution de la fatigabilité en phase lutéale<sup>(37,38)</sup>, tandis que d'autres l'observent en phase folliculaire<sup>(39,40)</sup>. L'ampleur de l'effet n'était pas cohérente d'une étude à l'autre et présentait une large variation allant de  $-6,77$  à  $1,61$ , favorisant respectivement la phase lutéale ou folliculaire<sup>(40)</sup>. Un ratio E2/P4 peut également influencer la variabilité de la fatigabilité au cours du cycle menstruel. Un ratio E2/P4 élevé est associé à une suppression du catabolisme, tandis qu'un ratio bas est corrélé à une augmentation du catabolisme. De plus, le niveau d'entraînement des participantes, la disponibilité en glucose, le statut nutritionnel et l'intensité de l'exercice peuvent expliquer les divergences observées dans les résultats des études<sup>(40)</sup>.

### Renforcement musculaire périodisé

En raison de l'activité anabolique des œstrogènes, les chercheurs ont émis l'hypothèse que les performances en termes de force, d'hypertrophie musculaire et de régénération seraient plus élevées pendant la phase folliculaire tardive, caractérisée par une faible concentration de progestérone (P4) et un niveau élevé en 17- $\beta$  œstradiol (E2)<sup>(10)</sup>. À l'inverse, il a été suggéré que la force musculaire pourrait être moindre pendant la phase lutéale (en raison des niveaux élevés en P4)<sup>(12)</sup>. La concentration en 17- $\beta$  œstradiol (E2), l'œstrogène le plus abondant, augmente de manière significative pendant 65 à 95 minutes après un exercice de renforcement musculaire, cette augmentation étant nettement plus prononcée durant la phase lutéale par rapport à la phase folliculaire<sup>(41,42)</sup>. De plus, les niveaux de 17- $\beta$  œstradiol demeurent jusqu'à 21% plus élevés que les niveaux de repos jusqu'à 24 heures après l'exercice de renforcement<sup>(43)</sup>. Les effets de la 17- $\beta$  œstradiol sur le muscle squelettique sont prometteurs, car ils sont responsables de la régulation de nombreux processus anaboliques importants<sup>(44)</sup>. Cependant, il reste à élucider comment les athlètes peuvent tirer parti de ces élévations d'œstrogène pour maximiser la force et l'hypertrophie musculaire. La progestérone joue également un rôle dans la modulation du muscle squelettique. Cette hormone voit sa concentration augmenter immédiatement après un exercice de renforcement musculaire au cours de la phase lutéale, alors qu'aucune augmentation similaire n'est observée au début de la phase folliculaire. La progestérone demeure élevée jusqu'à 30 minutes après un exercice de renforcement musculaire<sup>(42)</sup>.

Deux études pilotes indiquent que le renforcement musculaire des membres inférieurs (par exemple squats ou presse) pendant la phase folliculaire entraîne des résultats supérieurs en termes de force et d'hypertrophie comparativement à la phase lutéale<sup>(45,46)</sup>. L'étude de Sung *et al.* (2024) a mis en évidence une taille d'effet de  $0,87$  en faveur du groupe « folliculaire » par rapport au groupe « lutéal » pour la force musculaire isométrique ce qui correspond à une taille d'effet considérée comme grande. De plus, une taille d'effet de  $0,47$  a été observée pour le diamètre musculaire, ce qui est interprété comme une taille d'effet moyenne. Cependant, la détermination des phases du cycle menstruel s'est basée sur la méthode « du calendrier » ou de la mesure de la température corporelle, ce qui rend ces résultats discutables.

## Impact du cycle menstruel sur le risque de blessure : focus sur le ligament croisé antérieur

Les femmes pratiquant une activité sportive ont un risque de 3 à 6 fois plus élevé de rupture du ligament croisé antérieur (LCA) que les hommes<sup>(47)</sup>. La disparité entre les sexes pour les ruptures du LCA commence avec le pic de croissance et atteint son apogée pendant l'adolescence<sup>(48)</sup>. Cette différence entre les sexes a été attribuée à plusieurs facteurs qui apparaissent également à l'adolescence, à savoir : des facteurs anatomiques (comme la laxité ou la composition corporelle), des facteurs physiologiques (variations hormonales), des facteurs biomécaniques (recrutement neuromusculaire) ou des facteurs liés à l'influence du genre présent dans l'environnement des athlètes (par exemple, normes et relations sociales ou inégalités matérielles)<sup>(49,50)</sup>.

Les hormones peuvent exercer une influence non négligeable sur les tissus conjonctifs composé de collagène, y compris sur le ligament croisé antérieur (LCA)<sup>(10)</sup>. En recherche fondamentale, il a été montré que la 17-β estradiol stimule la synthèse de collagène, mais aussi la composition et la structure de la matrice extracellulaire du tissu conjonctif, influençant ainsi leur élasticité et leur résistance<sup>(51)</sup>.

Cependant, deux revues systématiques récentes de 2023 ont montré des résultats contradictoires quant à la possibilité qu'une phase particulière du cycle menstruel augmente le risque de lésion du LCA<sup>(52,53)</sup>. D'autres facteurs associés tels que la fluctuation de la laxité du LCA ou des facteurs de risques neuromusculaires au cours du cycle menstruel sont probablement à l'origine de résultats divergents. En outre, d'importantes variations inter-individuelles, tant en termes d'ampleur que de risques encourus, ont été notés dans ces études<sup>(52,53)</sup>. Cependant, la méta-analyse de Somerson *et al.* (2019) a mis en évidence, à partir de 19 études, que la laxité du LCA était importante durant la phase ovulatoire<sup>(54)</sup>. Toutefois, cette laxité n'était pas associée à un risque accru de rupture du LCA durant cette phase. A noter que dans cette revue, 50 % (14 sur 28) des études sélectionnées ont utilisé des méthodes « calendaires » et qu'aucune étude n'était considérée de haute qualité sur un plan méthodologique.

De plus, les fluctuations de la laxité ligamentaire pourraient diminuer le contrôle postural et sont un facteur de risque important des blessures musculosquelettiques<sup>(55)</sup>. Une récente revue systématique de Pohle *et al.* 2024 composée de 9 études avec un total de 148 femmes a montré qu'il existe une diminution du contrôle postural du début de la phase folliculaire jusqu'à la phase ovulatoire dans les tâches d'équilibre<sup>(56)</sup>. Les tailles d'effet observées dans ces études varient toutefois entre 0,36 (petite) et 1,01 (grande). Cependant les résultats varient en fonction de la qualité méthodologique et des outils d'évaluation.

## DISCUSSION

Étant donné le peu de preuves scientifiques et le manque d'études présentant une méthodologie robuste, il semble prématuré de recommander une planification d'entraînement basée sur le cycle menstruel chez les femmes sportives. Ainsi, des études supplémentaires semblent nécessaires pour évaluer l'intérêt d'ajuster quantitativement et/

ou qualitativement les séances d'entraînement au cours du cycle, en vue d'améliorer la performance, la récupération ou encore de prévenir des blessures. Par ailleurs, les contraintes organisationnelles liées à la planification des séances sur une période limitée (14 jours sur 28), qui peuvent varier d'une personne à l'autre et d'un cycle à l'autre chez un même individu, rendent plus pertinent le maintien des principes fondamentaux de la programmation des entraînements. Il serait néanmoins judicieux de prendre en compte les symptômes prémenstruels et menstruels fréquemment ressentis par la plupart des femmes ainsi que leur niveau de fatigue auto-reporté, afin de moduler certains entraînements en temps réel et de surveiller de manière générale la santé globale de ces femmes.

## Intérêt du suivi des symptômes liés au cycle menstruel chez la sportive

Les symptômes liés au cycle menstruel sont encore trop souvent négligés<sup>(57)</sup>. Pourtant, 36 à 93 % des sportives estiment que leur cycle menstruel affecte leur performance ou leur entraînement, notamment pendant ou juste avant les menstruations, période marquée par des symptômes comme les douleurs menstruelles, des saignements abondants ou le syndrome prémenstruel (SPM) comprenant des symptômes physiques, émotionnels et comportementaux<sup>(18,21,57-68)</sup>. Selon Taim *et al.* (2023), environ une athlète sur trois pourrait souffrir de dysménorrhées (douleurs menstruelles, souvent décrites comme des crampes ou des douleurs abdominales basses), et 48,9 à 59,6 % des sportives se plaindraient d'un SPM<sup>(69)</sup>.

Le symptôme négatif le plus couramment rapporté pendant le cycle menstruel est la présence de saignements menstruels abondants<sup>(70)</sup>. Leur prévalence varie de 3,4 à 42,1 % chez les sportives et peut entraîner une diminution de la performance en favorisant un risque d'anémie ferriprive, et une baisse de concentration due à l'anxiété liée à la visibilité des saignements<sup>(69)</sup>. Bruinvels *et al.* (2021) ont montré qu'une plus grande prévalence et une plus grande fréquence des symptômes étaient corrélées à la probabilité de manquer un entraînement ou une compétition<sup>(57)</sup>. Bien qu'il n'existe pas à ce jour de revue de littérature ciblée sur ce sujet, certaines études suggèrent que la présence de symptômes négatifs pendant le cycle menstruel altère la performance physique des athlètes. Les dysménorrhées en fin de phase lutéale semblent par exemple corrélées à une diminution de la force maximale<sup>(71)</sup>. Les sportives présentant un SPM présentent quant à elle des altérations en termes de stabilité posturale<sup>(72,73)</sup>. La performance anaérobie pourrait également être limitée en fin de phase lutéale et début de phase folliculaire chez des sportives souffrant du SPM, symptôme associé à un moindre bien-être psychologique<sup>(74)</sup>.

Peu d'études se sont intéressées à la fenêtre de performance « optimale » ressenties par les sportives durant leur cycle menstruel. À ce jour, seule une étude menée auprès des athlètes olympiques australiennes a révélé que 80 % d'entre elles identifient une fenêtre de performance « optimale » durant leur cycle menstruel, et que 54 % l'associent à la fin des menstruations<sup>(19)</sup>. Une seconde étude, a également déterminé que l'intensité des entraînements des athlètes était plus élevée à mi-cycle de la phase menstruelle<sup>(75)</sup>. Cette fenêtre pourrait être justifiée par l'élimination du risque de saignements et de besoin logistique au niveau sanitaire pendant cette période.

Cependant, à ce jour, il est impossible de déterminer si cela est lié au pic d'œstrogènes qui survient après les menstruations, ce qui justifie des recherches plus approfondies.

L'étiologie des symptômes liés au cycle menstruel est encore peu claire<sup>(76)</sup>. Néanmoins, il est intéressant de noter que la méta-analyse de Mitsuhashi *et al.* (2023) a montré que l'indice de masse corporel (IMC), les irrégularités du cycle menstruel ainsi que certaines habitudes de vie tels que le tabac, le niveau de stress et le sommeil étaient significativement associés à la prévalence et la sévérité de la dysménorrhée primaire<sup>(4)</sup>. Weller & Weller (2002) ont démontré que les femmes ayant des cycles irréguliers présentaient deux fois plus de symptômes liés au cycle menstruel et souffraient davantage que les femmes ayant des cycles réguliers<sup>(77)</sup>.

Actuellement, il n'existe pas encore de questionnaire validé pour monitorer les symptômes liés au cycle menstruel chez les athlètes féminines. Cette méthodologie présente toutefois certains défis. Premièrement, en raison de la grande variabilité des symptômes ressentis, plus de 200 signes et symptômes ayant été identifiés<sup>(78)</sup>. Les questionnaires utilisent de ce fait généralement seulement les signes et symptômes les plus couramment rapportés. Deuxièmement, la validité peut être remise en question en raison de la difficulté à attribuer avec certitude l'apparition des symptômes au cycle menstruel plutôt qu'à une autre pathologie courante, comme des troubles digestifs. Les questionnaires, ne vérifient en général pas la cyclicité des symptômes. Cependant, même si la validité des questionnaires est discutable, il nous semble pertinent de les monitorer en raison de leur impact sur la performance des athlètes. Cette approche individualisée, permet de détecter les anomalies tels que des cycles irréguliers ou des symptômes sévères mais aussi de personnaliser les interventions en fonction des besoins individuels de chaque athlète. Bruinvels *et al.* (2021) ont développé un questionnaire (Menstrual Symptom Index) qui permet de mesurer la prévalence et la fréquence des symptômes liés au cycle menstruel chez les athlètes. Toutefois, celui-ci ne mesure pas la sévérité des symptômes<sup>(57)</sup>.

Il paraît à présent crucial que les études scientifiques accordent une plus grande attention aux symptômes prémenstruels et menstruels, afin de mieux comprendre leur influence sur la performance. Parallèlement, ces symptômes et ressentis devraient également être pris en considération par les cliniciens et les entraîneurs pour établir des profils individuels et mieux soutenir les athlètes. En utilisant cette approche de suivi, le cycle menstruel pourrait être considéré comme un outil d'information précieux plutôt que comme un facteur limitant.

### **Le cycle menstruel en tant qu'indicateur de santé féminine**

Au-delà de toute considération liée à la planification de l'entraînement, le suivi du cycle menstruel et des symptômes associés pourrait servir à évaluer l'état de santé des athlètes féminines. En effet, un cycle menstruel régulier d'une durée de 21 à 35 jours, une ovulation effective, des symptômes menstruels et prémenstruels modérés et des saignements menstruels non excessifs sont des indicateurs du bon fonctionnement physiologique de l'organisme féminin<sup>(79,80)</sup>. En revanche, les troubles du cycle menstruel chez les

athlètes féminines sont fréquemment associés à une déficience énergétique relative induite par le sport (REDs, pour « Relative Energy Deficiency in sports »), à un manque de récupération, à un état de surentraînement, ou encore à des problèmes gynécologiques tel que le syndrome des ovaires polykystiques<sup>(81)</sup>. Ce syndrome peut entraîner des déséquilibres hormonaux significatifs, impactant non seulement la régularité du cycle menstruel, mais aussi la performance des athlètes. Ces troubles, tels que l'aménorrhée ou l'oligoménorrhée, méritent d'être davantage explorés, car ils entraînent des perturbations physiologiques dues aux déficiences énergétiques<sup>(31)</sup>. Il est toutefois important de reconnaître que ces troubles peuvent aussi découler de divers facteurs concomitants ou indépendants de la faible disponibilité énergétique, tels qu'une mauvaise santé mentale, des troubles ou comportements alimentaires, un manque de sommeil, des infections, des blessures, ou encore des conditions cliniques non diagnostiquées<sup>(82)</sup>. À l'heure actuelle, 50% des femmes sportives pourraient être concernées par un trouble du cycle menstruel<sup>(83)</sup>, qui, outre son impact sur les performances physiques, apparaît également corrélé aux risques de blessures<sup>(31)</sup>. Il est alarmant de constater qu'un tiers des athlètes féminines considèrent encore des menstruations irrégulières comme « normales » compte tenu de leur pratique, tandis que moins de 50% du staff médical à connaissance des composants déterminant le syndrome du REDs<sup>(84)</sup>. Par conséquent, il apparaît crucial de sensibiliser les médecins, les thérapeutes et les entraîneurs et de valoriser le suivi du cycle menstruel dans l'optique d'un suivi médical des athlètes dont l'état de santé pourrait être compromis par une pratique de haut niveau mal gérée et/ou des comportements alimentaires inappropriés. En ce sens, il serait intéressant de développer des outils de dépistage des troubles du cycle menstruel qui pourraient être intégrés à la pratique clinique des physiothérapeutes.

Dans ce contexte, il est toutefois essentiel de considérer les risques éthiques liés au suivi systématique du cycle menstruel des athlètes féminines. Comme le souligne Howe (2024), ce suivi peut poser des problèmes d'autonomie, de protection de la vie privée et de sécurité des athlètes<sup>(85)</sup>. Des préoccupations ont été soulevées quant au risque que ce suivi devienne un outil de contrôle, voire de sélection des sportives, notamment dans des contextes où la pression de performance est élevée. En outre, la gestion des données personnelles collectées représente un enjeu majeur, et l'accès à ces informations doit être encadré pour protéger les athlètes. Pour réduire ces risques, il est conseillé d'établir des politiques claires concernant l'autonomie, le consentement éclairé, la formation des intervenants, ainsi que la gestion et la protection des données.

### **CONCLUSION**

Le cycle menstruel semble avoir peu d'impact sur la performance sportive et le risque de blessures associées. Étant donné la faible qualité des preuves et la forte variabilité inter et intra-individuelle, il n'est pas recommandé de généraliser une planification de l'entraînement en fonction du cycle menstruel. Cependant il semble intéressant de monitorer le cycle menstruel et la présence d'éventuels troubles du cycle à titre individuel à des fins de santé et de performance.

### IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- En raison des preuves à ce jour disponibles, la périodisation de l'entraînement en fonction des différentes phases du cycle menstruel ne semble pas nécessaire.
- Une périodisation des entraînements pourrait toutefois être réalisée à titre individuel en fonction du ressenti des athlètes, sur la base des symptômes perçus et non sur l'évolution des concentrations en hormones sexuelles.
- Les cliniciens pourraient utiliser le cycle menstruel comme un outil permettant de s'assurer de la bonne santé des athlètes féminines (cycles réguliers et de durée constante).

### Contact

Anna Stitelmann  
anna.stitelmann@hesge.ch

### ABSTRACT

**Background:** Historically, research in sports science has focused on male populations, resulting in a significant knowledge gap regarding female-specific factors. With the increasing participation of women in amateur and professional sports, it is imperative to investigate how biological factors, such as the menstrual cycle, may impact athletic performance and practice.

**Objective:** This synthesis of scientific evidence aims to assess the relevance of training periodization based on menstrual cycle phases. While emphasizing the importance of precisely monitoring the menstrual cycle phases, it seeks to evaluate the potential menstrual cycle's effect on subjective (perceived exertion) and objective (strength and neuromuscular fatigue) performance markers. It also examines the role of strength training periodization and the risk of injury.

**Development and discussion:** Current scientific data indicate no significant influence of the menstrual cycle on several performance determinants (strength and neuromuscular fatigue) or injury risk. However, menstrual cycle-related symptoms and disorders (premenstrual syndrome, dysmenorrhea, menorrhagia) can influence performance. Therefore, menstrual cycle monitoring is recommended to detect these symptoms and improve the health and performance of female athletes.

**Conclusion:** Although current evidence does not justify training periodization based on menstrual cycle phases, personalized cycle monitoring remains relevant for optimizing the health and well-being of female athletes. An individualized approach based on an athlete's perceived symptoms is encouraged.

### KEY-WORDS

menstrual cycle / performance / periodization / injury

### ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Historisch gesehen lag der Fokus in der Sportwissenschaft überwiegend auf männlichen Probanden, was zu einer erheblichen Wissenslücke bezüglich frauenspezifischer Faktoren geführt hat. Mit der zunehmenden Beteiligung von Frauen am Amateur- und Profisport ist es unerlässlich, zu untersuchen, wie biologische Faktoren wie der Menstruationszyklus die sportliche Leistung und das Training beeinflussen könnten.

**Ziel:** Ziel dieser wissenschaftlichen Synthese ist es, die Relevanz der Trainingsperiodisierung in Abhängigkeit von den Phasen des Menstruationszyklus zu bewerten. Dabei wird besonderer Wert auf die genaue Überwachung der Phasen des Menstruationszyklus gelegt. Es wird untersucht, wie sich dieser auf subjektive (wahrgenommene Anstrengung) und objektive Leistungsmarker (Kraft und neuromuskuläre Ermüdung) auswirken könnte. Außerdem werden die Rolle der Krafttrainingsperiodisierung sowie das Verletzungsrisiko thematisiert.

**Entwicklung und Diskussion:** Aktuelle wissenschaftliche Daten zeigen keinen signifikanten Einfluss des Menstruationszyklus auf verschiedene Leistungsdeterminanten (Kraft und neuromuskuläre Ermüdung) oder das Verletzungsrisiko. Allerdings können menstruationszyklusbedingte Symptome und Beschwerden (prämenstruelles Syndrom, Dysmenorrhö, Menorrhagie) die Leistung beeinflussen. Daher wird eine Überwachung des Menstruationszyklus empfohlen, um diese Symptome zu erkennen und die Gesundheit sowie die Leistung der Athletinnen zu verbessern.

**Schlussfolgerung:** Obwohl die derzeitige Evidenz eine Trainingsperiodisierung, basierend auf den Phasen des Menstruationszyklus, nicht rechtfertigt, bleibt ein personalisiertes Zyklus-Monitoring relevant, um die Gesundheit und das Wohlbefinden von Athletinnen zu optimieren. Ein individueller Ansatz, basierend auf den wahrgenommenen Symptomen der Athletinnen, wird empfohlen.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Menstruationszyklus / Leistung / Gesundheit, Periodisierung / Verletzung

## Références

1. Costello JT, Bieuzen F, Bleakley CM. Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research? *Eur J Sport Sci.* 2014;14(8):847-51.
2. Cowley ES, Olenick AA, McNulty KL, Ross EZ. "Invisible Sportswomen": The Sex Data Gap in Sport and Exercise Science Research. *Women Sport Phys Act J.* 2021;29(2):146-51.
3. McNulty KL, Elliott-Sale KJ, Dolan E, Swinton PA, Ansdell P, Goodall S, et al. The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrhic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2020;50(10):1813-27.
4. Mitsuhashi R, Sawai A, Kiyohara K, Shiraki H, Nakata Y. Factors Associated with the Prevalence and Severity of Menstrual-Related Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;20(1):569.
5. Romero-Parra N, Cupeiro R, Alfaro-Magallanes VM, Rael B, Rubio-Arias JA, Peinado AB, et al. Exercise-Induced Muscle Damage During the Menstrual Cycle: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res.* 2021;35(2):549-61.
6. D'Souza AC, Wageh M, Williams JS, Colenso-Semple LM, McCarthy DG, McKay AKA, et al. Menstrual cycle hormones and oral contraceptives: a multimethod systems physiology-based review of their impact on key aspects of female physiology. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2023;135(6):1284-99.
7. Blagrove RC, Bruinvels G, Pedlar CR. Variations in strength-related measures during the menstrual cycle in eumenorrhic women: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2020;23(12):1220-7.
8. Perroud G. Comment les joueuses de l'équipe de Suisse de foot jonglent avec leur cycle menstruel? [En ligne]. [cité 18 oct 2024]. Disponible: <https://www.rts.ch/info/sciences-tech/medecine/14204187-comment-les-joueuses-de-lequipe-de-suisse-de-foot-jonglent-avec-leur-cycle-menstruel.html>
9. Nike. QJP : comment synchroniser sa pratique sportive avec son cycle menstruel. [En ligne]. [cité 18 oct 2024]. Disponible: <https://www.nike.com/ch/fr/a/synchroniser-sport-et-cycle-menstruel?msocid=08accd207d0c6cb130dcd8397c076d9b>
10. Mikkonen RS, Ihalainen JK, Davis-Wilson HC, Hackney AC. The Hypothalamic-Pituitary-Ovarian Axis, Menstrual and Oral Contraceptive Cycles: Regulation and Function in the Context of Exercise and Sport. In: Hackney AC, éditeur. *Sex Hormones, Exercise and Women: Scientific and Clinical Aspects* [En ligne]. Cham: Springer International Publishing; 2023 [cité 2 févr 2024]. p. 1-24. Disponible: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1_1)
11. Shea AA, Vitzthum VJ. The extent and causes of natural variation in menstrual cycles: Integrating empirically-based models of ovarian cycling into research on women's health. *Drug Discov Today Dis Models.* 2020;32:41-9.
12. Oosthuysen T, Strauss JA, Hackney AC. Understanding the female athlete: molecular mechanisms underpinning menstrual phase differences in exercise metabolism. *Eur J Appl Physiol.* 2023;123(3):423-50.
13. Mihm M, Gangooly S, Muttukrishna S. The normal menstrual cycle in women. *Anim Reprod Sci.* 2011;124(3-4):229-36.
14. Su HW, Yi YC, Wei TY, Chang TC, Cheng CM. Detection of ovulation, a review of currently available methods. *Bioeng Transl Med.* 2017;2(3):238-46.
15. Barron ML, Fehring RJ. Basal Body Temperature Assessment: Is It Useful to Couples Seeking Pregnancy? *MCN Am J Matern Nurs.* 2005;30(5):290.
16. Elliott-Sale KJ, Minahan CL, de Jonge XAKJ, Ackerman KE, Sipilä S, Constantini NW, et al. Methodological Considerations for Studies in Sport and Exercise Science with Women as Participants: A Working Guide for Standards of Practice for Research on Women. *Sports Med Auckl NZ.* 2021;51(5):843-61.
17. Oester C, Norris D, Scott D, Pedlar C, Bruinvels G, Lovell R. Inconsistencies in the perceived impact of the menstrual cycle on sport performance and in the prevalence of menstrual cycle symptoms: A scoping review of the literature. *J Sci Med Sport.* 2024;S1440-2440(24)00077-X.
18. Prado RCR. Comment on «Challenging Aspects of Research on the Influence of the Menstrual Cycle and Oral Contraceptives on Physical Performance». *Sports Med Auckl NZ.* 2023;53(4):927-9.
19. McNamara A, Harris R, Minahan C. «That time of the month» ... for the biggest event of your career! Perception of menstrual cycle on performance of Australian athletes training for the 2020 Olympic and Paralympic Games. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2022;8(2):e001300.
20. Righi I, Barroso R. Do Recreationally-Trained Women of Different Ages Perceive Symptoms of the Menstrual Cycle and Adjust Their Training According to Phases? *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(21):13841.
21. Armour M, Parry KA, Steel K, Smith CA. Australian female athlete perceptions of the challenges associated with training and competing when menstrual symptoms are present. *Int J Sports Sci Coach.* 2020;15(3):316-23.
22. Pinel CJJ, Mehta R, Okholm Kryger K. The impact and experienced barriers menstruation present to football participation in amateur female footballers. *J Sports Sci.* 2022;40(17):1950-63.
23. Collins BC, Arpke RW, Larson AA, Baumann CW, Xie N, Cabelka CA, et al. Estrogen Regulates the Satellite Cell Compartment in Females. *Cell Rep.* 2019;28(2):368-381.e6.
24. Smith MJ, Adams LF, Schmidt PJ, Rubinow DR, Wassermann EM. Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Ann Neurol.* 2002;51(5):599-603.
25. Graja A, Kacem M, Hammouda O, Borji R, Bouzid MA, Souissi N, et al. Physical, Biochemical, and Neuromuscular Responses to Repeated Sprint Exercise in Eumenorrhic Female Handball Players: Effect of Menstrual Cycle Phases. *J Strength Cond Res.* 2022;36(8):2268-76.
26. Forouzandeh Shahraki S, Minoonejad H, Moghadas Tabrizi Y. Comparison of some intrinsic risk factors of shoulder injury in three phases of menstrual cycle in collegiate female athletes. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* 2020;43:195-203.
27. Carmichael MA, Thomson RL, Moran LJ, Wycherley TP. The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(4):1667.
28. Colenso-Semple LM, D'Souza AC, Elliott-Sale KJ, Phillips SM. Current evidence shows no influence of women's menstrual cycle phase on acute strength performance or adaptations to resistance exercise training. *Front Sports Act Living.* 2023;5:1054542.
29. Niering M, Wolf-Belala N, Seifert J, Tovar O, Coldewey J, Kuranda J, et al. The Influence of Menstrual Cycle Phases on Maximal Strength Performance in Healthy Female Adults: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports.* 2024;12(1):31.
30. Craven J, McCartney D, Desbrow B, Sabapathy S, Bellinger P, Roberts L, et al. Effects of Acute Sleep Loss on Physical Performance: A Systematic and Meta-Analytical Review. *Sports Med Auckl NZ.* 2022;52(11):2669-90.
31. Mountjoy M, Ackerman KE, Bailey DM, Burke LM, Constantini N, Hackney AC, et al. 2023 International Olympic Committee's (IOC) consensus statement on Relative Energy Deficiency in Sport (REDs). *Br J Sports Med.* 2023;57(17):1073-97.
32. Tossici G, Zurloni V, Nitri A. Stress and sport performance: a PNEI multidisciplinary approach. *Front Psychol.* 2024;15:1358771.
33. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol.* 2008;586(1):11-23.
34. Enoka RM, Stuart DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 1992;72(5):1631-48.
35. Kluger BM, Krupp LB, Enoka RM. Fatigue and fatigability in neurologic illnesses: proposal for a unified taxonomy. *Neurology.* 2013;80(4):409-16.
36. Bigland-Ritchie B, Rice CL, Garland SJ, Walsh ML. Task-dependent factors in fatigue of human voluntary contractions. *Adv Exp Med Biol.* 1995;384:361-80.
37. Matsuda T, Takahashi H, Nakamura M, Kanno M, Ogata H, Ishikawa A, et al. Influence of menstrual cycle on muscle glycogen utilization during high-intensity intermittent exercise until exhaustion in healthy women. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab.* 2022;47(6):671-80.
38. Matsuda T, Takahashi H, Nakamura M, Ogata H, Kanno M, Ishikawa A, et al. Influence of the Menstrual Cycle on Muscle Glycogen Repletion After Exhaustive Exercise in Eumenorrhic Women. *J Strength Cond Res.* 2023;37(4):e273-9.
39. Cabre HE, Ladan AN, Moore SR, Joniak KE, Blue MNM, Pietrosimone BG, et al. Effects of Hormonal Contraception and the Menstrual Cycle on Fatigability and Recovery From an Anaerobic Exercise Test. *J Strength Cond Res.* 2024;38(7):1256.
40. Pereira HM, Larson RD, Bemben DA. Menstrual Cycle Effects on Exercise-Induced Fatigability. *Front Physiol.* 2020;11:517.
41. Kraemer RR, Heleniak RJ, Tryniecki JL, Kraemer GR, Okazaki NJ, Castracane VD. Follicular and luteal phase hormonal responses to low-volume resistive exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27(6):809-17.

42. Nakamura Y, Aizawa K, Imai T, Kono I, Mesaki N. Hormonal responses to resistance exercise during different menstrual cycle states. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(6):967-73.
43. Wolf MR, Fragala MS, Volek JS, Denegar CR, Anderson JM, Comstock BA, et al. Sex differences in creatine kinase after acute heavy resistance exercise on circulating granulocyte estradiol receptors. *Eur J Appl Physiol.* 2012;112(9):3335-40.
44. Hansen M. Female hormones: do they influence muscle and tendon protein metabolism? *Proc Nutr Soc.* 2018;77(1):32-41.
45. Sung E, Han A, Hinrichs T, Vorgerd M, Manchado C, Platen P. Effects of follicular versus luteal phase-based strength training in young women. *SpringerPlus.* 2014;3:668.
46. Wikström-Frisén L, Boraxbekk CJ, Henriksson-Larsén K. Effects on power, strength and lean body mass of menstrual/oral contraceptive cycle based resistance training. *J Sports Med Phys Fitness.* 2017;57(1-2):43-52.
47. Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2016;26(6):518-23.
48. Beck NA, Lawrence JTR, Nordin JD, DeFor TA, Tompkins M. ACL Tears in School-Aged Children and Adolescents Over 20 Years. *Pediatrics.* 2017;139(3):e20161877.
49. Griffin LY, Albohm MJ, Arendt EA, Bahr R, Beynonn BD, Demaio M, et al. Understanding and preventing noncontact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting, January 2005. *Am J Sports Med.* 2006;34(9):1512-32.
50. Parsons JL, Coen SE, Bekker S. Anterior cruciate ligament injury: towards a gendered environmental approach. *Br J Sports Med.* 2021;55(17):984-90.
51. Shultz SJ, A. Fegley J. The Effect of Sex Hormones on Ligament Structure, Joint Stability and ACL Injury Risk. In: Hackney AC, éditeur. *Sex Hormones, Exercise and Women: Scientific and Clinical Aspects* [En ligne]. Cham: Springer International Publishing; 2023 [cité 15 mai 2024]. p. 167-95. Disponible: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-21881-1_8)
52. Dos Santos T, Stebbings GK, Morse C, Shashidharan M, Daniels KAJ, Sanderson A. Effects of the menstrual cycle phase on anterior cruciate ligament neuromuscular and biomechanical injury risk surrogates in eumenorrheic and naturally menstruating women: A systematic review. *PLoS One.* 2023;18(1):e0280800.
53. Martínez-Fortuny N, Alonso-Calvete A, Da Cuña-Carrera I, Abalo-Núñez R. Menstrual Cycle and Sport Injuries: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(4):3264.
54. Somerson JS, Isby IJ, Hagen MS, Kweon CY, Gee AO. The Menstrual Cycle May Affect Anterior Knee Laxity and the Rate of Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JBJIS Rev.* 2019;7(9):e2.
55. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train.* 2012;47(3):339-57.
56. Pohle C, Becker L, Baumeister J. Alterations of postural control across the menstrual cycle - A systematic review. *Gait Posture.* 2024;107:72-82.
57. Bruinvels G, Goldsmith E, Blagrove R, Simpkin A, Lewis N, Morton K, et al. Prevalence and frequency of menstrual cycle symptoms are associated with availability to train and compete: a study of 6812 exercising women recruited using the Strava exercise app. *Br J Sports Med.* 2021;55(8):438-43.
58. Brown N, Knight CJ, Forrest (née Whyte) LJ. Elite female athletes' experiences and perceptions of the menstrual cycle on training and sport performance. *Scand J Med Sci Sports.* 2021;31(1):52-69.
59. Clarke AC, Bruinvels G, Julian R, Inge P, Pedlar CR, Govus AD. Hormonal Contraceptive Use in Football Codes in Australia. *Front Sports Act Living.* 2021;3:634866.
60. Findlay RJ, Macrae EHR, Whyte IY, Easton C, Forrest (née Whyte) LJ. How the menstrual cycle and menstruation affect sporting performance: experiences and perceptions of elite female rugby players. *Br J Sports Med.* 2020;54(18):1108-13.
61. Heather AK, Thorpe H, Ogilvie M, Sims ST, Beable S, Milsom S, et al. Biological and Socio-Cultural Factors Have the Potential to Influence the Health and Performance of Elite Female Athletes: A Cross Sectional Survey of 219 Elite Female Athletes in Aotearoa New Zealand. *Front Sports Act Living.* 2021;3:601420.
62. Martin D, Sale C, Cooper SB, Elliott-Sale KJ. Period Prevalence and Perceived Side Effects of Hormonal Contraceptive Use and the Menstrual Cycle in Elite Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018;13(7):926-32.
63. McNulty KL, Ansdell P, Goodall S, Thomas K, Elliott-Sale KJ, Howatson G, et al. The Symptoms Experienced by Naturally Menstruating Women and Oral Contraceptive Pill Users and Their Perceived Effects on Exercise Performance and Recovery Time Posttraining. *Women Sport Phys Act J.* 2023;1-13.
64. Nolan D, Elliott-Sale KJ, Egan B. Prevalence of hormonal contraceptive use and reported side effects of the menstrual cycle and hormonal contraceptive use in powerlifting and rugby. *Phys Sportsmed.* 2023;51(3):217-22.
65. Oxfeldt M, Dalgaard LB, Jørgensen AA, Hansen M. Hormonal Contraceptive Use, Menstrual Dysfunctions, and Self-Reported Side Effects in Elite Athletes in Denmark. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(10):1377-84.
66. Parker LJ, Elliott-Sale KJ, Hannon MP, Morton JP, Close GL. An audit of hormonal contraceptive use in Women's Super League soccer players; implications on symptomatology. *Sci Med Footb.* 2022;6(2):153-8.
67. Read P, Mehta R, Rosenbloom C, Jobson E, Okholm Kryger K. Elite female football players' perception of the impact of their menstrual cycle stages on their football performance. A semi-structured interview-based study. *Sci Med Footb.* 2022;6(5):616-25.
68. Solli GS, Sandbakk SB, Noordhof DA, Ihalainen JK, Sandbakk Ø. Changes in Self-Reported Physical Fitness, Performance, and Side Effects Across the Phases of the Menstrual Cycle Among Competitive Endurance Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(9):1324-33.
69. Taim BC, Ó Catháin C, Renard M, Elliott-Sale KJ, Madigan S, Ní Chéilleachair N. The Prevalence of Menstrual Cycle Disorders and Menstrual Cycle-Related Symptoms in Female Athletes: A Systematic Literature Review. *Sports Med.* 2023;53(10):1963-84.
70. Bruinvels G, Burden R, Brown N, Richards T, Pedlar C. The Prevalence and Impact of Heavy Menstrual Bleeding (Menorrhagia) in Elite and Non-Elite Athletes. *PLoS One.* 2016;11(2):e0149881.
71. Martínez-Cantó A, Moya-Ramón M, Pastor D. Could dysmenorrhea decrease strength performance when a velocity-based resistance testing is used? *Sci Sports.* 2018;33(6):375-9.
72. Keklicek H, Sermenli Aydin N, Can HB, Dönmez Aydin D, Yilmazer Kayatekin AZ, Uluçam E. Primary dysmenorrhea and postural control: Is it a problem only during menstruation? *Gait Posture.* 2021;85:88-95.
73. Fridén C, Ramsey DK, Backstrom T, Benoit DL, Saartok T, Lindén Hirschberg A. Altered postural control during the luteal phase in women with premenstrual symptoms. *Neuroendocrinology.* 2005;81(3):150-7.
74. Dam TV, Dalgaard LB, Sevdalis V, Bibby BM, Janse DE Jonge X, Gravholt CH, et al. Muscle Performance during the Menstrual Cycle Correlates with Psychological Well-Being, but Not Fluctuations in Sex Hormones. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;54(10):1678-89.
75. Carlin H, Dupuit M, Storme F, Chassard T, Meignié A, Sachet I, et al. Impact of menstrual cycle or combined oral contraception on elite female cyclists' training responses through a clustering analysis of training sessions. *Front Sports Act Living.* 2024;6:1307436.
76. Takeda T. Premenstrual disorders: Premenstrual syndrome and premenstrual dysphoric disorder. *J Obstet Gynaecol Res.* 2023;49(2):510-8.
77. Weller A, Weller L. Menstrual irregularity and menstrual symptoms. *Behav Med Wash DC.* 2002;27(4):173-8.
78. Naeimi N. The Prevalence and Symptoms of Premenstrual Syndrome under Examination. *J Biosci Med.* 2015;3(1):1-8.
79. Popat VB, Prodanov T, Calis KA, Nelson LM. The Menstrual Cycle A Biological Marker of General Health in Adolescents. *Ann N Y Acad Sci.* 2008;1135:43-51.
80. Itriyeva K. The normal menstrual cycle. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care.* 2022;52(5):101183.
81. Stachenfeld NS, Taylor H. Role of Polycystic Ovary Syndrome in Menstrual Dysfunction in Female Athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(6):1239-40.
82. Jeukendrup AE, Areta JL, Van Genechten L, Langan-Evans C, Pedlar CR, Rodas G, et al. Does Relative Energy Deficiency in Sport (REDs) Syndrome Exist? *Sports Med* [En ligne]. [cité 9 oct 2024]; Disponible: <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02108-y>
83. De Souza MJ, Toombs RJ, Scheid JL, O'Donnell E, West SL, Williams NI. High prevalence of subtle and severe menstrual disturbances in exercising women: confirmation using daily hormone measures. *Hum Reprod Oxf Engl.* 2010;25(2):491-503.
84. McGawley K, Sargent D, Noordhof D, Badenhorst CE, Julian R, Govus AD. Improving menstrual health literacy in sport. *J Sci Med Sport.* 2023;26(7):351-7.
85. Howe OR. Ethical Risks of Systematic Menstrual Tracking in Sport. *J Bioethical Inq.* 2024.

# Obstacles, attentes et propositions pour l'inclusivité des personnes transgenres dans la prise en charge en ostéopathie: un examen de portée (scoping review)

## Obstacles, expectations, and proposals for the inclusion of transgender people in osteopathic care: A scoping review

(Abstract on page 256)

## Hindernisse, Erwartungen und Vorschläge für die Inklusivität von Transgender-Personen bei der Behandlung in der Osteopathie: eine Reichweitenstudie (scoping review)

(Zusammenfassung auf Seite 257)

Hannah Murareci-Flaujat<sup>1</sup> (DO), Hakim Mhadhbi<sup>1</sup> (DO, MSc), Mathieu Ménard<sup>1,2</sup> (DO, MSc, PhD)

Mains Libres 2024; 4: 247-258 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.247

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt. Au moment de la rédaction, HM-F était étudiante au sein de l'IO-RB, cette étude a été initialement rédigée en tant que mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme en ostéopathie; le projet n'a reçu aucun financement.

Au moment de la rédaction, HM et MM étaient membres du personnel de l'IO-RB et aucun financement n'a été reçu pour ce travail de recherche.

Article reçu le 4 juillet 2024, accepté le 30 octobre 2024.

MOTS-CLÉS transidentité / discriminations / ostéopathie / inclusivité / LGBTQ+

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Des pratiques ostéopathiques fondées sur l'équité, la diversité et l'inclusion sont essentielles pour établir une relation patient/praticien qui favorise une alliance thérapeutique forte dans une approche centrée sur la personne (ACP). En particulier, il est important de considérer les minorités, notamment les personnes transgenres, dont la situation met en évidence les défis spécifiques rencontrés. En France, 80% des personnes transgenres subissent des discriminations transphobes. L'appréhension de subir ces discriminations de la part des professionnels de santé (PS) les dissuade d'accéder aux soins, impactant leur état de santé.

**Objectifs:** L'objectif de cet examen de portée a été d'explorer comment les ostéopathes peuvent offrir une prise en charge inclusive des personnes transgenres, en tenant compte de leurs attentes et des défis du système de santé, tout en proposant des solutions pour une ACP.

**Méthode:** Cette revue a été réalisée sous forme d'un examen de portée suivant les recommandations PRISMA-ScR. Les articles ont été recherchés dans des bases de données, puis évalués de manière critique selon des directives adaptées à chaque format d'étude.

**Résultats:** Un total de 19 articles a été sélectionné. Les obstacles principaux identifiés sont le manque d'éducation ou de formation des PS, les discriminations et la précarité. Les attentes se concentrent sur la qualité de la relation patient/praticien. Les solutions proposées mettent l'accent sur l'éducation des PS, bien que les opinions divergent quant à son utilité actuelle.

**Conclusion:** L'intégration d'enseignements spécifiques dans les programmes de formation des PS, le respect de l'identité de genre, ainsi que l'augmentation des travaux de recherches cliniques sur les besoins des personnes transgenres et l'efficacité des formations sur la transidentité figurent parmi les suggestions indiquées par les auteurs.

<sup>1</sup> Institut d'Ostéopathie de Rennes - Bretagne (IO-RB), Campus Rennes Atalante Ker-Lann, Bruz, France.

<sup>2</sup> Université de Rennes, Rennes, France.

## CONTEXTE

L'ostéopathie se place comme une pratique de soin utilisant une Approche Centrée sur la Personne (ACP) équitable, diverse et inclusive<sup>(1,2)</sup>. L'ACP est un modèle théorique de prise en charge qui place la personne au cœur du processus de soins<sup>(3-5)</sup>. Son objectif principal est d'aider les praticiens à fournir des soins alignés sur les valeurs, les besoins, les préférences et les capacités d'un individu, favorisant une participation active de la personne dans les décisions concernant sa santé et ses soins médicaux<sup>(1)</sup>. Cette approche, reconnue comme fondamentale pour des soins de qualité, englobe notamment l'approche biopsychosociale et l'alliance thérapeutique<sup>(3-5)</sup>.

Ainsi, pour se positionner en tant que pratique utilisant une ACP dans le cas de la prise en charge de personnes transgenres, il faudrait réussir à comprendre, inclure et identifier des éléments spécifiques pour une prise en charge complète et respectueuse du patient.

Malgré des signes encourageants d'acceptation et d'inclusivité de la part des praticiens en ostéopathie envers la communauté transgenre, des lacunes subsistent<sup>(6,7)</sup>.

En effet, Baldin *et al.* (2022)<sup>(6)</sup> ont exploré les attitudes des ostéopathes italiens vis-à-vis de la prise en charge des patients transgenres. Il a été suggéré que des éléments de langage transphobes et des incompréhensions persistantes face à la transidentité sembleraient ternir la relation entre patient et praticien, engendrant des résistances à la prise en charge en santé à cause des discriminations (outing, mégenrage, microaggressions). De leur côté, Lapinski et Diaz (2016)<sup>(7)</sup> ont révélé que des ostéopathes de six écoles différentes aux États-Unis auraient un manque de connaissances spécifiques et une certaine réticence à traiter les personnes LGBT, avec des perceptions altérées qui pourraient influencer la qualité des soins reçus.

**Tableau 1**

Définitions des termes "outing", mégenrage et microaggressions

Outing	Révélation par un tiers de l'homosexualité d'une personne, sans l'accord préalable de celle-ci. Dans ce contexte, ce serait la révélation de sa transidentité. <sup>(8)</sup>
Mégenrage	Acte volontaire de ne pas genrer la personne en accord avec son identité de genre. <sup>(6,9)</sup>
Micro-aggressions	Actes ou remarques qui peuvent faire sentir une personne insultée ou maltraitée en raison de son genre, de son ethnie, etc. Même s'ils ne sont pas intentionnels, ces actes peuvent causer des dommages émotionnels cumulatifs avec le temps. <sup>(6,10)</sup>

Afin de mieux comprendre de quelle population cet article va parler, il est important de distinguer deux notions, le sexe et le genre :

- Le sexe est le caractère physique permanent permettant de distinguer des individus mâles et femelles, déterminé par les chromosomes, les organes génitaux et les hormones<sup>(11-13)</sup>.

- Le genre est une caractéristique personnelle et profonde de l'identité de la personne. C'est le sentiment de se percevoir comme «homme», «femme», les deux, ou ni l'un ni l'autre ou encore peut représenter comment les institutions sociales réagissent à l'expression de genre de l'individu<sup>(11,14,15)</sup>.

Dans le cas où le genre et le sexe de naissance sont en corrélation, on parle de personne cisgenre. Une personne transgenre est alors quelqu'un dont le sexe attribué à la naissance ne corrèle pas avec le genre<sup>(6,9)</sup>. Des associations, organismes ou encore sites internet (DILCRAH, ADHEOS, QuestionSexualité, etc) proposent de plus amples informations et définitions sur la transidentité.

La population mondiale transgenre, estimée à environ 25 millions d'individus<sup>(16)</sup>, reste largement méconnue et confrontée à des discriminations systémiques, indépendamment du contexte géographique ou culturel<sup>(16)</sup>.

En France, bien que le nombre précis de personnes transgenres soit difficile à établir, les estimations du Ministère des Affaires sociales et de la Santé ainsi que de la Haute Autorité de Santé oscillent entre 10'000 et 30'000 individus<sup>(17,18)</sup>. Cependant, ces chiffres demeurent imprécis et sont souvent sous-estimés<sup>(19)</sup>. Parmi ces individus, en 2014, 8 personnes transgenres sur 10 en France ont été victimes de discriminations transphobes, avec 37% subissant plus de 5 incidents au cours des 12 derniers mois<sup>(20)</sup>. Ces discriminations ont un impact direct sur la santé des personnes transgenres car celles-ci, sans vouloir généraliser leurs expériences individuelles, ressentent souvent une méconnaissance et un rejet du corps médical ce qui les incite à fuir les milieux médicaux dans sa globalité<sup>(18,19,21,22)</sup>. En outre, les discriminations systémiques et individuelles liées à la transphobie sont susceptibles d'avoir des conséquences délétères sur les processus cognitifs, comportementaux et affectifs qui sous-tendent le risque de divers troubles mentaux chez les personnes transgenres<sup>(23)</sup>.

Dans le milieu médical, les personnes transgenres en France rencontrent des difficultés dues à une discordance entre la transition administrative et médicale<sup>(18)</sup>. Le changement de genre dans les documents officiels pourrait entraîner des complications administratives et des problèmes de remboursement des soins médicaux<sup>(19,21)</sup>. De plus, bien que l'incongruence de genre ait été retirée du DSM-5 en 2022, certains actes médicaux de transition continuent de faire l'objet d'une prise en charge psychiatrique<sup>(18)</sup>. Cette situation peut conduire à des refus ou à des non-remboursements<sup>(18)</sup>. Cependant, certains généralistes, gynécologues ou endocrinologues dispensent ce certificat psychiatrique pour l'hormonothérapie<sup>(18)</sup>.

Au cours des deux dernières décennies, l'ostéopathie a été réglementée et reconnue comme une profession de santé distincte dans de nombreux pays européens<sup>(24)</sup>. Toutefois, sa pleine intégration au sein des systèmes de santé reste à accomplir, obligeant notamment les patients ou leurs assurances privées à couvrir les frais liés aux soins<sup>(25)</sup>. Cela exclut *de facto* une partie significative de la population, qui pourrait en bénéficier et notamment les minorités. Comme le souligne McMillan (2023)<sup>(26)</sup> : "les données disponibles montrent que les personnes non blanches, non hétérosexuelles, en

situation de handicap ou ayant des ressources financières limitées sont marginalisées dans l'accès à l'ostéopathie". Dans ce contexte, l'évolution de la profession d'ostéopathe vers une ACP entraîne une réévaluation des méthodes de prise en charge et de leurs enseignements<sup>(27,28)</sup>. Cette propension à adopter une ACP pour l'ostéopathie se reflète aussi en partie dans la confiance croissante accordée aux ostéopathes par le public, comme en témoigne un sondage IFOP de 2016 en France<sup>(29)</sup> et mis à jour en 2024 par le sondage ODOXA<sup>(30)</sup>, où plus de 90% des Français expriment une perception favorable envers cette profession, tandis que 87% les considèrent comme des professionnels dignes de confiance. Cette confiance accrue souligne le rôle essentiel que jouent les ostéopathes en tant que praticien de première intention.

Ainsi, la confiance du public souligne l'importance de garantir la sécurité des patients tout au long de leurs parcours de soins ostéopathiques et cela quelle que soit la diversité qu'ils présentent. Cela devient d'autant plus indispensable lorsqu'on considère la relation essentielle entre le patient et le praticien en ostéopathie. En effet, la relation patient/praticien est un élément clé de la prise en soin ostéopathique car elle permet de mieux prendre en compte l'environnement du patient et d'établir un rapport de confiance avec ce dernier<sup>(22,31)</sup> et ainsi d'établir une alliance thérapeutique de qualité<sup>(1)</sup>.

Cependant, en France, les études sur les discriminations et la santé des personnes transgenres restent rares, ce qui limite considérablement la compréhension des impacts de ces discriminations sur leur bien-être et leur accès aux soins<sup>(32)</sup>. Comme l'ont souligné Velter et Dumond (2021)<sup>(32)</sup>, la difficulté d'accès aux données fiables et représentatives, notamment en raison de la diversité et de la précarité des personnes transgenres, souligne un manque criant de recherche sur ce sujet. Ce constat rend d'autant plus important la recherche voulant établir une synthèse sur la prise en charge actuelle de cette population. En ce sens, ce travail de recherche explore la littérature concernant la prise en charge ostéopathique des personnes transgenres, en analysant les pratiques de soins en matière d'inclusion de cette population tout en examinant les diverses approches ostéopathiques utilisées à l'échelle internationale.

Ainsi, l'objectif de cette étude a été d'identifier par un examen de portée les difficultés, les défis et les opportunités pour une approche centrée sur la personne inclusive, avec une attention particulière portée sur les attentes et les appréhensions des personnes transgenres.

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Conception de l'étude

Cet examen de portée a été réalisé en suivant les recommandations de la checklist PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews)<sup>(33)</sup>.

### Critères d'inclusion selon le modèle PCC

#### Population

Les études incluses dans cette revue concernaient des personnes transgenres (y compris les identités de genre non conformes) prises en charge dans des contextes médicaux, paramédicaux ou ostéopathiques.

### Concept

Cette revue se concentrait sur deux principaux concepts :

- 1. La prise en charge des personnes transgenres** dans les domaines médical, paramédical et ostéopathique. Les études devaient aborder les expériences vécues par ces personnes dans ces différents milieux de soins, en particulier en ce qui concerne l'ostéopathie et la thérapie manuelle.
- 2. Les connaissances et perceptions du personnel médical, paramédical et ostéopathique** sur la transidentité. Cela incluait l'exploration des lacunes et des opportunités pour améliorer l'inclusivité des soins offerts aux personnes transgenres. Pour être incluses, les études devaient répondre à au moins un de ces critères :
  - Traiter du vécu des personnes transgenres dans les milieux médical et paramédical.
  - Aborder le niveau de connaissance et la sensibilisation du personnel soignant (médecins, ostéopathes, thérapeutes manuels) à la transidentité.
  - Étudier la prise en charge des personnes transgenres dans les contextes ostéopathiques ou de thérapie manuelle.

Les articles n'abordant pas ces aspects ou ceux ne se concentrant que sur l'orientation sexuelle ont été exclus. De plus, les études devaient être publiées en français ou en anglais, et après 2010, avec un résumé et un texte intégral disponible.

### Contexte

Les études ont été sélectionnées sans restriction géographique. Tous les types de milieux de soins ont été inclus (médical, paramédical, thérapie manuelle dont ostéopathie). L'objectif était d'obtenir une vue d'ensemble la plus large possible concernant l'inclusion dans la prise en charge des personnes transgenres.

### Types d'études

Cet examen de portée a inclus une grande variété de types d'études afin de couvrir le plus largement possible les informations disponibles sur la prise en charge des personnes transgenres. Les types d'études inclus comprenaient des méta-analyses, des revues systématiques, des études observationnelles, des études qualitatives avec des méthodes de recueil de données telles que des entretiens ou des *focus groups*, ainsi que des synthèses de recherche qualitative.

De plus, des sources additionnelles telles que des rapports gouvernementaux (par exemple, du ministère de la Santé, de la DILCRAH), des rapports d'associations ou encore des notes de cadrage émises par la Haute Autorité de Santé (HAS) ont été incluses pour enrichir les résultats.

Initialement, la recherche s'est concentrée sur la population transgenre, mais le manque d'études spécifiques à cette population a nécessité l'inclusion d'articles portant sur la communauté LGBTQ+ avec au moins une partie dédiée aux personnes transgenres. De plus, les articles antérieurs à 2010 ont été exclus afin de garantir que les informations retenues soient actuelles.

## Stratégie de recherche

La stratégie de recherche a suivi une approche en trois étapes.

Dans un premier temps, une recherche initiale a été réalisée dans la base de données Medline via PubMed, en utilisant des mots-clés spécifiques (Tableau 3) liés à la prise en charge des personnes transgenres dans les domaines médicaux et paramédicaux.

Le Tableau 2 présente les équations de recherche spécifiques utilisées dans PubMed. Certains filtres comme "Public", "date" et "article type" ont été appliqués. Les mots-clés utilisés pour les moteurs de recherche, tels que Google Scholar et ResearchGate, sont mentionnés dans le Tableau 3 et ont été appliqués de manière générique ou combinée.

**Tableau 2**

Équations de recherche utilisées dans PubMed

Base de données	Équation de recherche
PubMed	<ul style="list-style-type: none"> <li>transgender medical education AND gaps</li> <li>(transgender) AND (primary care)</li> <li>(osteopaths) AND (transgender)</li> <li>(osteopathic) AND (gender identity)</li> <li>(osteopathy) AND (gender identity)</li> </ul>

Ensuite, une lecture des références des articles inclus a permis de trouver des sources supplémentaires. Ces ressources additionnelles ont été intégrées manuellement pour compléter les recherches initiales issues de PubMed. Des ressources additionnelles ont été aussi réalisées en utilisant des moteurs de recherche (Google Scholar, ResearchGate), mais aussi en consultant des revues scientifiques (*The Lancet*, *International Journal of Osteopathic Medicine*) et des sites web officiels (HAS, gouvernementaux, associatifs, universitaires).

**Tableau 3**

Mots-clés utilisés dans les moteurs de recherche de manière générique ou combinée

Osteopathy	Manual Therapy	Physical therapy
Transidentity	Gender diversity	Transgender identity
Transgender	Trans	Gender non-conforming
Gender identity	Gender expression	Gender perception
Inclusivity	Acceptation	Knowledge
LGBTQIA+	LGBT/LGBTQ+	LGBT community
Health care	Care	Medical care
Patient centered care	Patient-practitioner relationship	Patient-provider relationship

La période de recherche s'étendait de mai 2023 à avril 2024, et le logiciel Zotero a été utilisé pour l'organisation et la suppression des doublons.

## Sélection des sources

La sélection des études a été effectuée en plusieurs étapes. Après avoir identifié les références dans les bases de données, une première analyse des titres et résumés a été réalisée par un opérateur unique, sans recours à un consensus ni révision par un autre opérateur. Dans les cas où l'information contenue dans le résumé était incomplète, les textes intégraux ont été consultés.

Ensuite, le même opérateur a appliqué les critères d'inclusion et d'exclusion aux textes complets. Ces critères portaient sur la pertinence des études pour la prise en charge des personnes transgenres ou LGBTQ+ dans les milieux médicaux, paramédicaux et de thérapies manuelles (dont ostéopathiques) en relation avec le PCC décrit précédemment. Les travaux de recherche qui n'avaient pas comme sujet la prise en charge médicale ou paramédicale des personnes transgenres ont été exclus. De plus, si l'étude n'abordait que l'orientation sexuelle et non pas l'identité de genre, l'étude ne pouvait faire partie de la revue de littérature.

Lorsqu'il y avait des doutes, les recommandations de la checklist PRISMA-ScR ont été consultées pour assurer l'adéquation de la sélection.

## Extraction des données

L'extraction des données a été effectuée à l'aide d'un tableau d'extraction des données conçu pour recueillir les informations pertinentes des études incluses. Ce tableau comprenait des variables telles que le type d'étude, la population étudiée (personnes transgenres ou LGBTQ+), l'approche méthodologique utilisée (point de vue du patient ou du praticien), le type de praticien (médecin, professionnel paramédical, ostéopathe ou praticien de thérapie manuelle), les résultats principaux, les auteurs, le pays et la date de publication.

Le tableau d'extraction a été ajusté en cours de route pour ajouter des catégories telles que le type d'étude et le pays, afin de mieux évaluer la pertinence et la possibilité de transposer les résultats dans le contexte de l'ostéopathie en France.

## RÉSULTATS

Un total de 19 articles sur 1487 a été sélectionné pour analyse. Les étapes de présélection ont été schématisés par la Figure 1 ci-après.

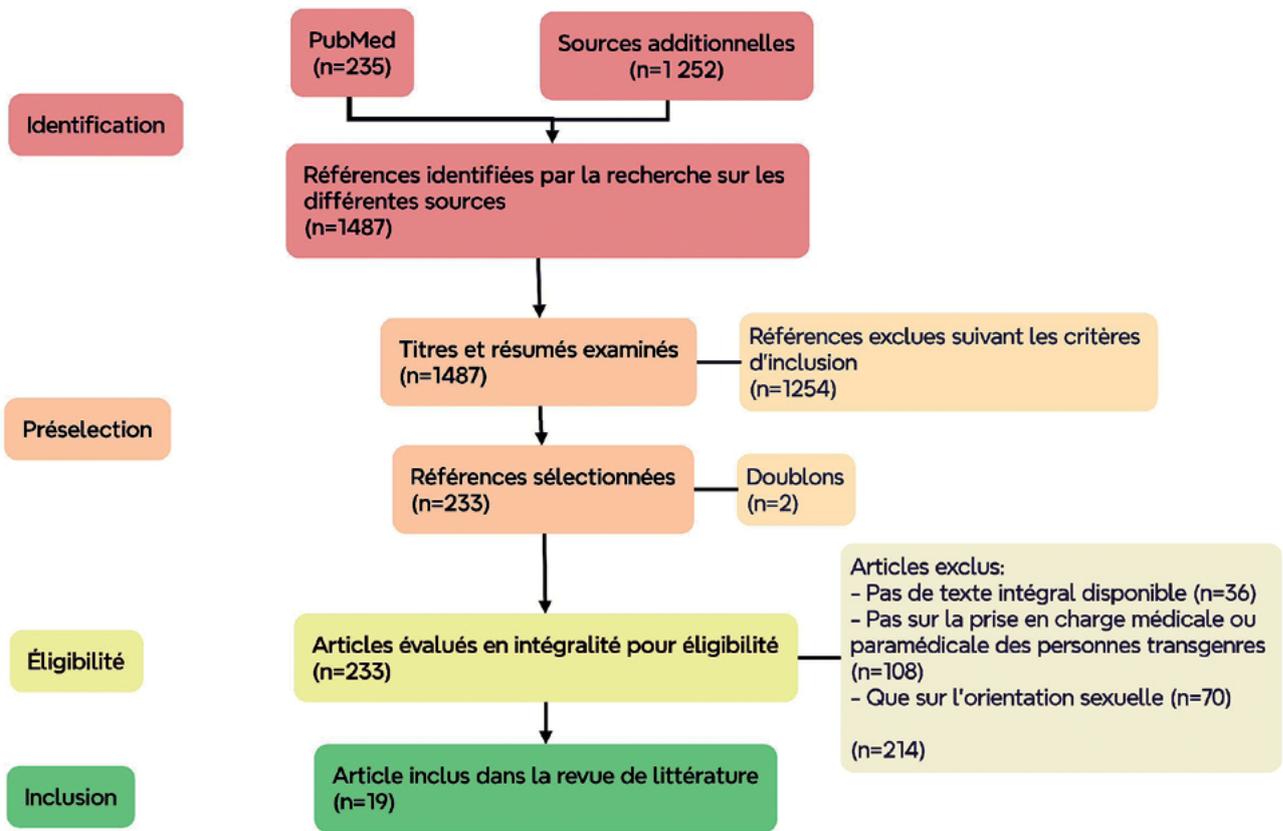
Parmi les articles retrouvés sur les spécificités de la prise en charge inclusive des personnes transgenres dans le monde de la santé, trois axes thématiques principaux ont pu être établis :

1. Les obstacles rencontrés par les personnes transgenres dans leur parcours de santé,
2. Les attentes des personnes transgenres en termes de prise en charge,
3. Les solutions mises en place ou pouvant être mises en place par les institutions de santé.

La totalité des articles sélectionnés dans cette étude a abordé les différents obstacles rencontrés par les personnes transgenres pendant leur parcours de santé. Cinq articles ont inclus les attentes des patients transgenres en termes de prise en charge et enfin, douze ont émis des solutions

**Figure 1**

Étapes de présélection et sélection des articles pour l'examen de porté (scoping review)



**Figure 2**

Obstacles rencontrés par les personnes transgenres rapportés dans la littérature

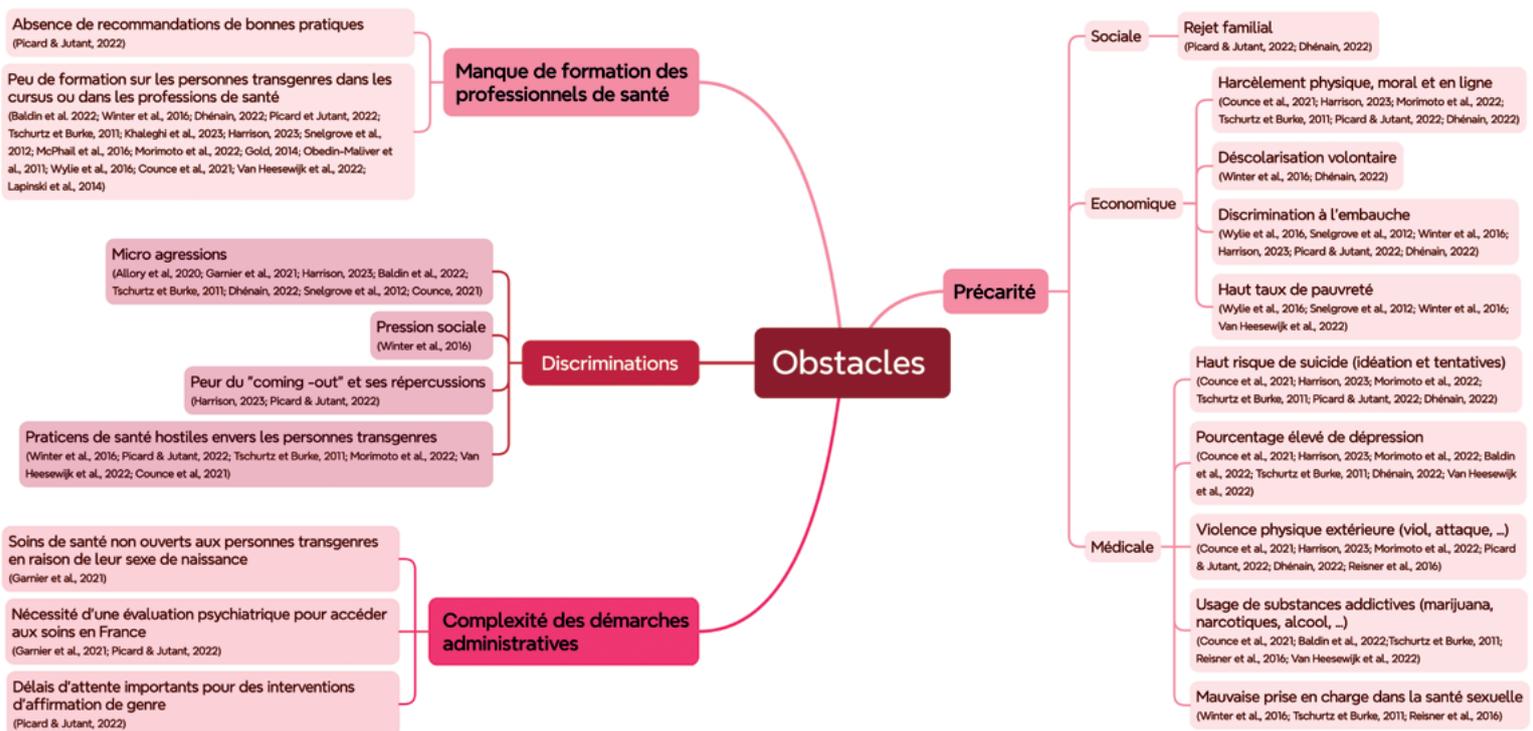


Figure 3

Attentes des personnes transgenres exposées dans la littérature

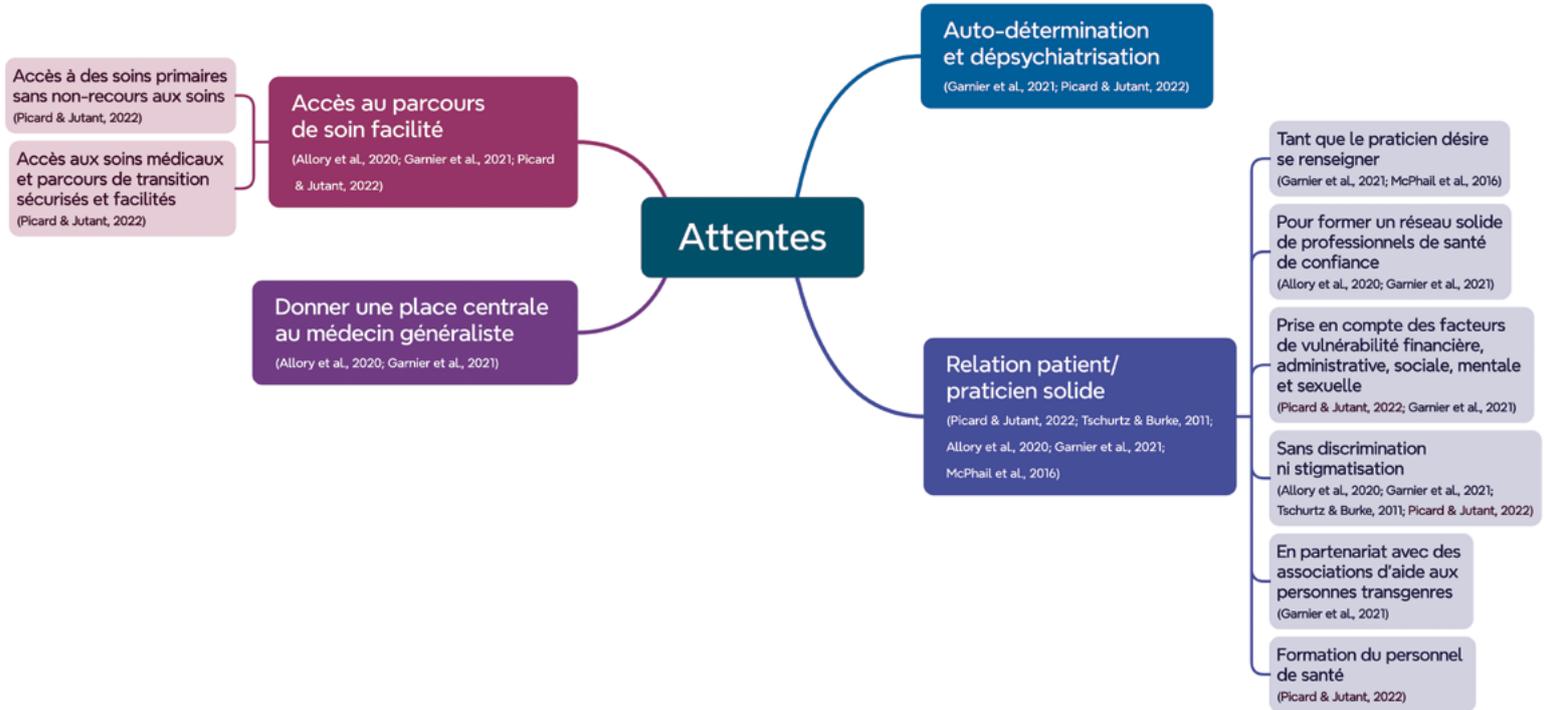
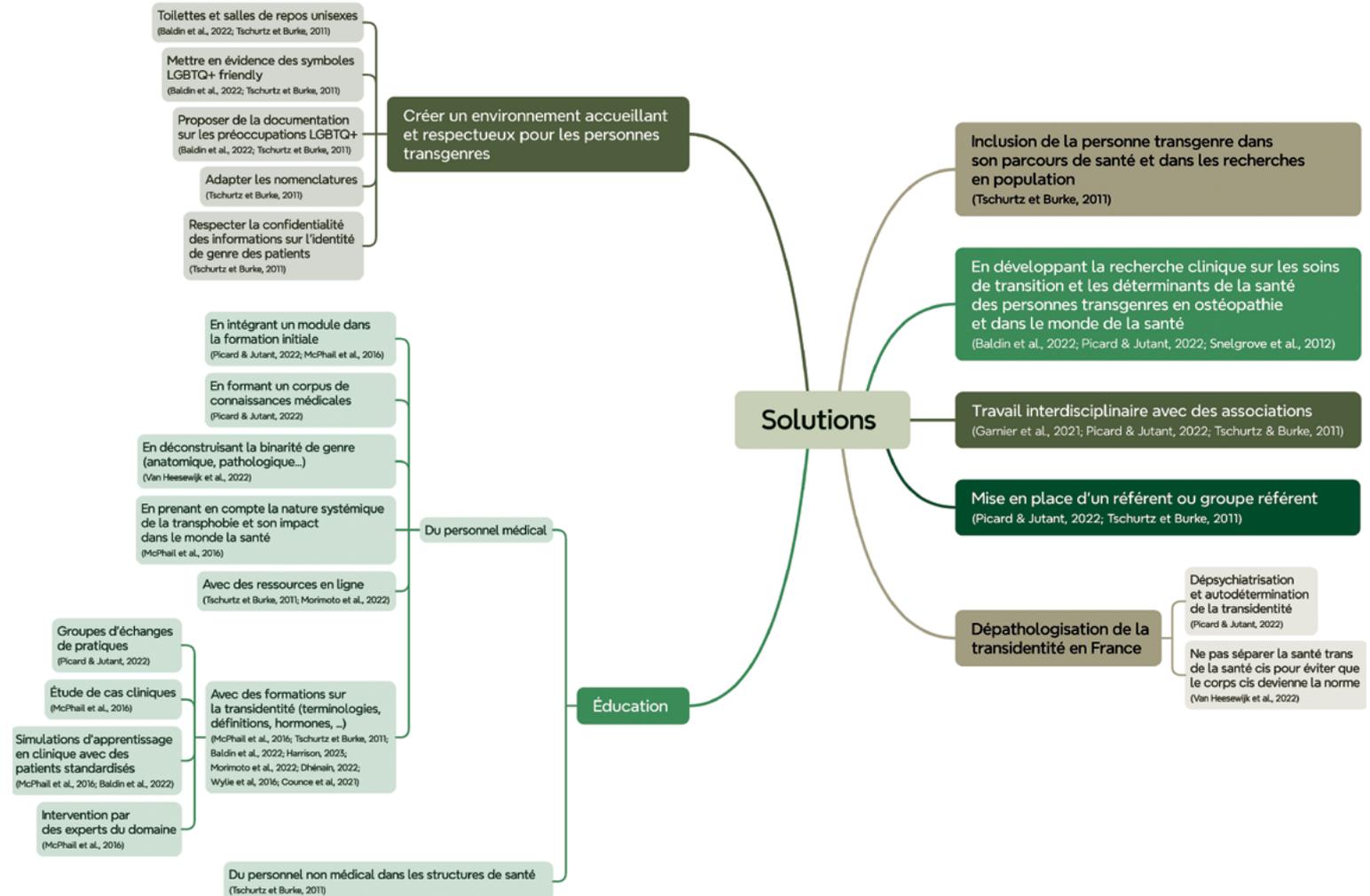


Figure 4

Solutions, proposées ou mises en place, retrouvées dans la littérature



existantes ou pouvant être mises en œuvre dans une prise en charge inclusive des personnes transgenres.

Dans la Figure 2 ci-dessus, on peut observer plus spécifiquement les obstacles rencontrés par les personnes transgenres dans leur parcours de santé. Les obstacles les plus recensés sont ceux en lien avec le manque d'éducation des professionnels qui concerne seize articles sur les dix-neuf<sup>(6,16-18,22,34-44)</sup>, la discrimination dans le milieu médical qui concerne quatorze articles sur les dix-neuf<sup>(6,16-19,21,22,35-38,41-43)</sup> suivi de près par la précarité concernant douze articles au total<sup>(6,16-19,22,35,38,41-43,45)</sup>. La difficulté des démarches administratives est abordée par deux articles<sup>(18,19)</sup>.

La Figure 3 recense les attentes des personnes transgenres. Il y a quatre axes principaux: l'auto-détermination et la dépsychiatriation<sup>(18,19)</sup>, la relation patient/praticien solide<sup>(18,19,21,22,37)</sup>, l'accès au soin facilité<sup>(18,19,21)</sup> et enfin, avoir un médecin référent<sup>(19,21)</sup>. La majorité des attentes concerne la relation patient/praticien.

### Solutions proposées

La Figure 4 représente les solutions proposées dans les différentes études et rapports étudiés<sup>(6,17,18,22,35-38,41-43)</sup>. La majorité des solutions proposées concernent l'éducation des professionnels et étudiants de santé<sup>(6,17,18,22,35,37,38,41-43)</sup>.

### L'éducation du personnel de santé

Lors de l'analyse des solutions, une disparité des avis sur la nécessité de formation des professionnels de santé a été observée (Figure 5). Une majorité présente les formations comme une nécessité à mettre en place dans les cursus.

**Figure 5**

Avis sur la nécessité de formation sur la santé des personnes transgenres



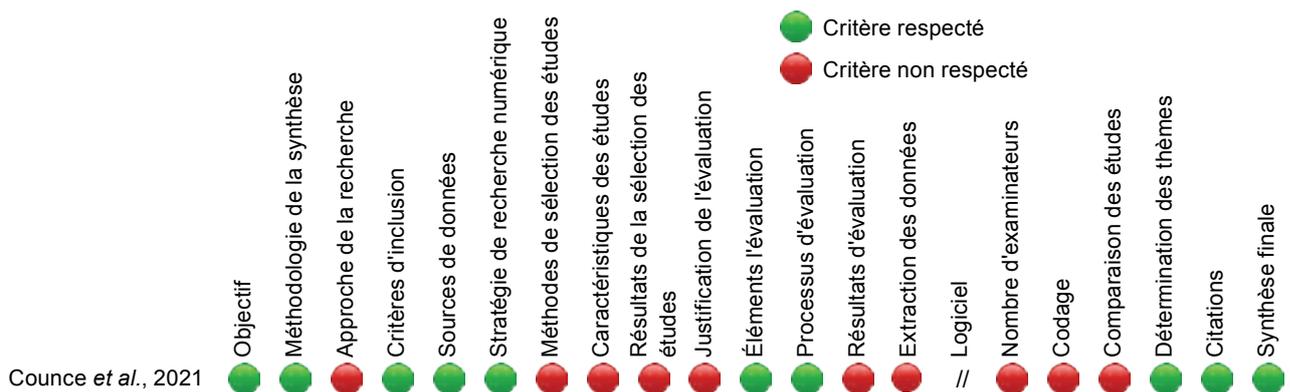
Cependant, quatre articles argumentent qu'intégrer des formations ponctuelles dans l'apprentissage n'est pas suffisant<sup>(35,37,40,43)</sup>. Les quatre articles se rejoignent pour proposer une intégration des formations éducatives dans le cursus du personnel de santé.

### Évaluation critique

L'évaluation critique n'a pu être effectuée que pour onze études (Tableaux 4, 5, 6 et 7). Huit articles n'ont pas pu être analysés du fait de leur format (bibliographies sans méthodologie, rapport gouvernemental, note de cadrage de l'HAS, dissertation, analyse critique d'un article, étude de terrain...). L'évaluation a été relativement concluante. Quatre outils

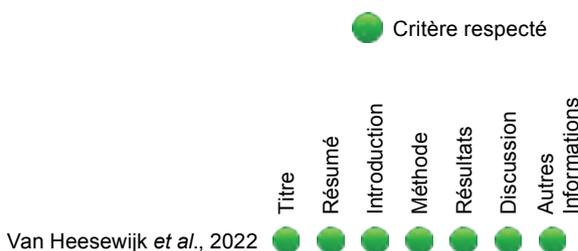
**Tableau 4**

Évaluation critique utilisant l'outil ENTREQ



**Tableau 5**

Évaluation critique utilisant l'outil PRISMA



**Tableau 6**

Évaluation critique utilisant l'outil SRQR

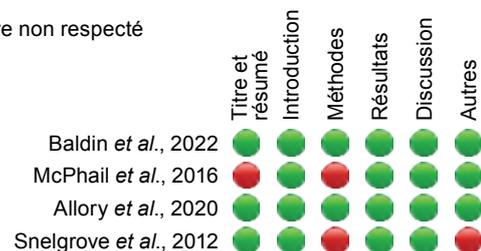


Tableau 7

Évaluation critique utilisant l'outil STROBE

	Titre et résumé	Introduction	Méthode	Résultats	Discussion	Autres informations
Garnier <i>et al.</i> , 2021	●	●	●	●	●	●
Morimoto <i>et al.</i> , 2021	●	●	●	●	●	●
Khaleghi <i>et al.</i> , 2023	●	●	●	●	●	●
Obedin-Maliver <i>et al.</i> , 2011	●	●	●	●	●	●
Lapinski <i>et al.</i> , 2014	●	●	●	●	●	●

ont été utilisés selon le type d'études réalisées (PRISMA, STROBE, SRQR et ENTREQ). Elle a montré que les articles inclus ont suivi, pour la plupart, la ligne directrice et qu'il ne manque que peu voire pas d'éléments. Tous les articles ont plus de pastilles vertes que de pastilles rouges à l'exception de Khaleghi *et al.* (2023)<sup>(34)</sup> qui comporte une majorité de pastilles rouges et Counce *et al.* (2021)<sup>(42)</sup> qui comporte autant de pastilles rouges que de pastilles vertes.

Les introductions, résultats et discussions sont les catégories avec le plus de pastilles vertes.

## DISCUSSION

D'après la littérature, les principaux obstacles rencontrés dans le monde de la santé sont issus d'un manque de connaissance sur le sujet de la transidentité. Cette méconnaissance est due à un déficit de formation et d'éducation sur le sujet de la transidentité qui peut ensuite transparaître au travers de discriminations et micro-agressions durant les soins. Ainsi, les attentes des personnes transgenres ne ciblaient pas un changement profond sociétal mais principalement la relation patient/praticien. En ce sens, les solutions proposées par les revues se basent essentiellement sur l'éducation et la formation des PS.

### Le manque de formation

Le manque de formation dans l'enseignement en ostéopathie constitue un défi majeur<sup>(34,38)</sup>. Toutefois, une majorité des étudiants en ostéopathie se sent préparée à prendre en charge des patients LGBTQ+<sup>(34,38)</sup>. Mais cette majorité souligne tout de même un manque de formation dans ce domaine, en particulier pour les patients transgenres<sup>(40)</sup>.

Bien que la formation initie les étudiants à la relation patient-praticien dès les premières années<sup>(44)</sup>, elle ne couvre pas spécifiquement la prise en charge des personnes LGBTQ+<sup>(38,44)</sup>. Ce fait est perçu comme potentiellement problématique moralement et physiquement pour la patientèle transgenre (manque de connaissances sur les traitements médicaux et chirurgicaux, le contexte de vie, la santé mentale, la précarité, etc)<sup>(37)</sup>.

En parallèle, les étudiants en ostéopathie démontrent une sensibilité à leurs biais implicites envers les patients

LGBTQ+<sup>(38)</sup>. Même en adoptant une approche centrée sur le patient et en tentant d'appliquer les principes ostéopathiques, les ostéopathes reconnaissent la nécessité de se former davantage pour mieux prendre en charge les personnes LGBTQ+, en particulier les patients trans en raison de ces biais<sup>(6)</sup>.

Il est aussi nécessaire de préciser que des maladroites communicatives non intentionnelles issues d'un manque de connaissance sincère ne sont pas perçues comme une agression de la part des personnes trans. Cela souligne ainsi la nécessité de former les praticiens sur l'importance de l'attitude envers le patient<sup>(37)</sup>.

### Les discriminations

Même lorsque l'aisance et les connaissances sur le sujet de la transidentité sont présentes, des discriminations persistent. Les personnes trans rapportent des cas de mégenrage, deadnaming (utiliser le prénom attribué à la naissance au lieu du prénom choisi), de microaggressions ou encore de peur d'être "outées" (fait d'annoncer son identité de genre ou orientation sexuelle sans consentement)<sup>(6,21,35)</sup>. Cette réalité a conduit à la création de réseaux de soins de santé spécifiquement dédiés aux personnes transgenres, prêtes à parcourir plusieurs centaines de kilomètres pour obtenir des soins de qualité et inclusifs<sup>(21)</sup>.

Les micro-agressions sont présentes non seulement en face du patient, mais aussi entre les praticiens, renforçant ainsi la transphobie au sein des structures de santé par le renforcement des biais sur la transidentité dans la sphère privée<sup>(19,37)</sup>. Ainsi, pour contrer efficacement ces préjugés, la création mentale d'un contre-stéréotype peut considérablement réduire les biais implicites discriminants<sup>(38)</sup>. Il ne suffit donc pas de modifier les comportements; il est tout aussi important de transformer les mentalités chez les praticiens.

Picard & Jutant (2022)<sup>(18)</sup> soulignent dans leurs travaux "qu'un changement de paradigme dans les parcours de soins des personnes trans est à la fois nécessaire, attendu et possible" pour agir sur la santé trans et s'attaquer au problème des discriminations à la racine. Les professionnels ostéopathes, tout comme l'ensemble du système de santé, devraient alors s'engager activement dans une remise en question constante et dans un apprentissage continu pour surmonter les discriminations inconscientes et offrir des soins inclusifs.

### Les solutions proposées

L'éducation sur les questions LGBTQ+ est directement liée à une diminution de cette discrimination et une augmentation de la confiance en soi du praticien<sup>(38,44)</sup> ce qui souligne l'importance de la formation sur le sujet pour remédier à la discrimination systémique. Des ateliers et formations pourraient aider à lutter contre la discrimination et la méconnaissance sur ce sujet (groupes d'échanges cliniques avec des professionnels de santé habitués à la prise en charge de patients trans, simulation d'apprentissage clinique avec des patients standardisés, cas cliniques, etc).

Cependant, la simple multiplication des interventions éducatives ne garantit pas nécessairement une amélioration significative des soins<sup>(35,37,40,43)</sup>. Pour que l'éducation aille au-delà des stéréotypes et des préjugés, il faudrait remettre en question les idées préconçues<sup>(43)</sup>.

Les travaux de Van Heesewijk *et al.* (2022)<sup>(43)</sup> soulignent le danger de séparer l'éducation sur la santé des personnes transgenres de celle des personnes cisgenres, perpétuant ainsi la norme du corps cisgenre et la pathologisation des expériences transgenres vues comme déviantes. Pour déconstruire les stéréotypes et optimiser l'apprentissage, il est nécessaire d'intégrer de manière systématique des contenus transgenres dans les programmes d'enseignement des métiers de soin<sup>(37,43)</sup>. De plus, cette intégration serait plus efficace pour l'intégration des connaissances que de s'appuyer sur des sources externes comme des amis, la famille ou les médias<sup>(38)</sup>.

Aussi, il a été mis en lumière que les formations proposées sont non seulement trop peu fréquentes mais aussi mal structurées<sup>(43)</sup>. Il y a donc une augmentation des formations mais sans amélioration de la qualité de l'enseignement; ce qui tend à rassurer les praticiens dans leur pratique sans réel impact dans la prise en charge<sup>(43)</sup>. Il est alors important de reconnaître et de valoriser l'expertise des personnes transgenres et de leurs associations en les impliquant activement dans la conception des politiques de santé et la diffusion des connaissances scientifiques au sein des professions de la santé, y compris l'ostéopathie<sup>(35,37,40,43)</sup>.

Cela est d'autant plus pertinent si on visualise le sujet au travers de l'approche complexe. Cette approche prend en compte le fait que les patients sont des systèmes biopsychosociaux, interagissant de manière dynamique avec leur environnement<sup>(46)</sup>. Cette perspective non linéaire, centrée sur des processus itératifs, permet d'adapter les soins en continu, en prenant en compte les interactions complexes entre les dimensions biologiques, psychologiques et sociales de chaque patient<sup>(28,46)</sup>. Dans le contexte des soins aux personnes transgenres, cette approche est particulièrement adaptée, car elle permet de mieux saisir la pluralité des enjeux auxquels ces personnes font face, qu'ils soient sociaux, médicaux ou environnementaux. En outre, intégrer cette approche dans les futures recherches sur la transidentité tout en incluant le vécu propre des personnes transgenres pourrait offrir une compréhension plus fine de ces interactions complexes, dépassant ainsi la seule prise en charge centrée sur la personne<sup>(28)</sup>.

Une récente étude menée par Draper-Rodi *et al.* (2024)<sup>(47)</sup> sur l'inclusion des minorités en ostéopathie rejoint les conclusions présentées plus haut, mettant en avant la nécessité de sensibiliser le personnel enseignant, d'offrir un soutien accru aux étudiants concernés et de réviser les processus éducatifs et les politiques institutionnelles pour favoriser un environnement ostéopathique plus inclusif.

L'étude aborde également le concept d'humilité culturelle consistant en un engagement continu pour comprendre les disparités vécues par des individus issus de différents groupes culturels, impliquant une réflexion constante et une volonté d'apprentissage. Ce modèle encourage les praticiens à collaborer avec leurs patients et les enseignants à travailler en partenariat avec les étudiants pour lutter contre les discriminations et inégalités basées sur les expériences de vie. Bien que valorisée, l'impact précis de l'humilité culturelle dans la formation des professionnels de la santé reste à démontrer. En adoptant cette approche, Draper-Rodi *et al.*<sup>(47)</sup> proposent une perspective allant au-delà de la simple

compétence culturelle, mettant en avant la collaboration et la co-construction de solutions pour promouvoir une approche inclusive du soin en ostéopathie.

Parallèlement, la création d'un environnement accueillant et respectueux pour les patients transgenres est aussi proposée. Cela passe par la sensibilisation du personnel médical à la diversité des genres et à l'adoption de pratiques inclusives ainsi que par la création d'un espace neutre de genre<sup>(22)</sup>.

Ci-dessous, une liste non exhaustive de solutions proposées pour une pratique ostéopathique inclusive des personnes transgenres:

- Renforcer l'éducation sur la transidentité directement au sein du cursus ostéopathique (tout au long de la formation et à associer au reste de la formation)
- Mettre en place des groupes d'échanges cliniques avec d'autres professionnels de santé habitués à la prise en charge des personnes transgenres.
- Proposer des simulations d'apprentissage clinique avec des patients standardisés
- Intégrer des cas cliniques spécifiques.
- Collaborer avec des associations transgenres ou personnes transgenres lors des interventions sur la transidentité.
- Adopter des pratiques inclusives dans les cabinets ostéopathiques, telles que l'affichage de politiques de non-discrimination et de symboles LGBTQ+.
- Aménager des salles de repos et des toilettes unisexes.
- Amorcer plus de recherches cliniques concernant la transidentité autant sur les patients qu'auprès des praticiens, leurs capacités et connaissances.
- Respecter l'identité de genre du patient autant oralement qu'à l'écrit ou auprès des collègues (pronoms, pré-noms, accord...)
- Utiliser l'écriture inclusive pour les affiches exposées en cabinet et en clinique ostéopathiques ou dans les mails de groupe

### Limites, forces et perspectives

L'une des principales limites de cet examen de portée réside dans le fait qu'il a été réalisé par une seule personne, sans l'intervention de réviseurs. La présélection, la sélection des articles ainsi que leur analyse et l'interprétation des résultats ont été effectuées par la même personne, ce qui peut introduire un biais subjectif dans le processus. L'absence de vérification par plusieurs évaluateurs limite également la reproductibilité des conclusions.

Il existe un manque notable de littérature sur la prise en charge des personnes transgenres en ostéopathie en Europe, notamment en France. Seulement six études des dix-neuf utilisées s'intéressent aux personnes transgenres en ostéopathie, principalement aux États-Unis et en Italie<sup>(6,35,38,39,42,44)</sup>. Ces études présentent d'autres limitations, telles que la non-représentativité des résultats pour l'ensemble de la profession ostéopathique se focalisant principalement sur une population précise comme les étudiants en ostéopathie uniquement ou un nombre peu élevé de professionnels. Aussi, il n'y a pas d'études de suivi sur l'impact de l'éducation chez les ostéopathes au sein des cabinets ou auprès des personnes transgenres.

Malgré ces lacunes, les rapports gouvernementaux français reconnaissent les difficultés d'accès aux soins pour

la communauté transgenre et soutiennent des recherches futures dans ce domaine, avec des mesures de prise en charge nationales appuyées par des instances telles que la DILCRAH, la HAS et le Ministère des Affaires sociales et de la Santé.

Il faut noter que huit des études<sup>(7,22,34,35,38-40,44)</sup> se concentraient sur le vécu de la communauté LGBTQ+. Ces études fournissent des perspectives intéressantes, mais peuvent ne pas saisir les défis spécifiques de la population transgenre. De plus, trois d'entre elles adressaient le ressenti des professionnels et étudiants sur les sujets de la prise en charge de personnes transgenres ou appartenant à la communauté LGBTQ+ sans retour sur la réalité clinique.

## CONCLUSION

La méconnaissance et la stigmatisation autour de la transidentité demeurent des défis majeurs dans le domaine de la santé, y compris en ostéopathie. Cette étude de portée explore la prise en charge ostéopathique des personnes transgenres, mettant en lumière les obstacles, les attentes, les lacunes éducatives, les discriminations persistantes et les solutions proposées. Les personnes transgenres font face à une multitude d'obstacles, allant du manque de formation des professionnels de santé à la précarité socio-économique et aux discriminations systémiques.

Le manque de représentativité de la transidentité au sein de la formation ostéopathique serait aussi une préoccupation majeure, car il contribuerait à perpétuer les préjugés et les stéréotypes. Malgré une certaine sensibilisation, les pratiques cliniques demeurent souvent inadaptées aux besoins spécifiques des personnes transgenres. Les discriminations persistantes rapportées par cette communauté soulignent l'urgence d'une transformation profonde des mentalités et des pratiques médicales.

En conclusion, la prise en charge ostéopathique des personnes transgenres nécessiterait une approche holistique et inclusive, impliquant des changements tant au niveau de la formation aux métiers de soin que des pratiques cliniques. Les ostéopathes auraient un rôle crucial à jouer dans la promotion de la santé et du bien-être de cette communauté marginalisée, en travaillant activement à surmonter les obstacles et à créer des environnements de soins plus respectueux et inclusifs. Cela exigerait un engagement continu envers l'éducation, la sensibilisation et la remise en question constante et humble des pratiques cliniques, afin de garantir des soins de qualité pour tous, indépendamment de l'identité de genre. Chaque pas vers une prise en charge ostéopathique plus inclusive et respectueuse des personnes transgenres nous rapproche d'un avenir où la santé est véritablement accessible à tous, sans discrimination ni stigmatisation.

---

## IMPLICATIONS POUR LA PRATIQUE

- **Se former sur la transidentité diminuerait les risques de discriminations au sein de la pratique**
  - **Intégrer le sujet de la transidentité au sein des cursus serait bénéfique pour former des PS sensibles aux discriminations**
  - **Collaborer avec des associations trans rendrait les formations plus pertinentes et structurées**
  - **Respecter l'identité de genre des patients favoriserait un environnement équitable et inclusif.**
- 

### Contact

Hannah Murareci-Flaujat  
hannah.mf@outlook.fr

---

## ABSTRACT

**Background:** Equity-, diversity-, and inclusion-based osteopathic practices are essential to establish a patient-practitioner relationship that fosters a strong therapeutic alliance in a person-centered approach (PCA). It is important to consider minorities, especially transgender people, whose situation highlights specific challenges. In France, 80% of transgender people experience transphobic discrimination. The fear of being discriminated against by healthcare professionals (HCPs) discourages transgender people from seeking care, affecting their mental and physical health.

**Objective:** This study aimed to explore how osteopaths can provide inclusive care for transgender people, considering their expectations and the challenges of the healthcare system, while proposing solutions for a PCA.

**Method:** This scoping review was conducted following the PRISMA-ScR recommendations. Articles were searched in the PubMed and Google Scholar databases and critically appraised using guidelines adapted to each study format.

**Results:** A total of 19 articles were selected. The main barriers identified were a lack of education and information about HCPs, discrimination, and insecurity. Expectations centered on the quality of the patient-practitioner relationship. Suggested solutions focused on the education of HCPs, although opinions differed on its current usefulness.

**Conclusion:** The suggestions posited by the authors include the integration of specific teaching into HCP training programs, increased respect for gender identity, and more clinical research into the needs of transgender people and the effectiveness of trans-identity training.

### KEYWORDS

transgender / discrimination / osteopathy / inclusivity / LGBTQ+

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Osteopathische Praktiken, die auf Fairness, Vielfalt und Inklusion basieren, sind entscheidend für den Aufbau einer Beziehung zwischen Patient/in und Behandler/in, da dies eine therapeutische Allianz im Rahmen eines personenzentrierten Ansatzes (PZA) fördert. Es ist insbesondere von Bedeutung, Minderheiten wie Transgender-Personen zu berücksichtigen, deren Situation die besonderen Herausforderungen verdeutlicht, denen sie gegenüberstehen. In Frankreich sind 80% der Transgender-Personen von transphober Diskriminierung betroffen. Die Angst vor Diskriminierung durch das Gesundheitspersonal (GHP) hindert sie daran, medizinische Versorgung in Anspruch zu nehmen, was sich auf ihre psychische und physische Gesundheit auswirkt.

**Ziel:** Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, wie Osteopathen eine integrative Behandlung von Transgender-Personen anbieten können, indem sie deren Erwartungen und die Herausforderungen des Gesundheitssystems berücksichtigen und gleichzeitig Lösungen für eine PZA vorschlagen.

## SCHLÜSSELWÖRTER

Transidentität / Diskriminierung / Osteopathie / Inklusion / LGBTQ+

**Methode:** Die Studie wurde als Scope Review gemäß den PRISMA-ScR-Empfehlungen durchgeführt. Die Artikel wurden in den Datenbanken PubMed und Google Scholar recherchiert und anhand der für das jeweilige Studienformat angepassten Richtlinien kritisch bewertet.

**Ergebnisse:** Insgesamt wurden 19 Artikel ausgewählt. Als Haupthindernisse wurden mangelnde Ausbildung/Information der GHP, Diskriminierung und prekäre Lebensumstände identifiziert. Die Erwartungen konzentrieren sich auf die Qualität der Beziehung zwischen Patient/in und Behandler/in. Bei den Lösungsvorschlägen liegt der Schwerpunkt auf der Ausbildung der GHP, obwohl die Meinungen über den derzeitigen Nutzen geteilt sind.

**Schlussfolgerung:** Zu den von den Autoren genannten Vorschlägen gehören die Aufnahme spezifischer Lehrinhalte in die GHP-Ausbildungsprogramme, die Achtung der Geschlechtsidentität sowie mehr klinische Forschungsarbeit über die Bedürfnisse von Transgendern und die Wirksamkeit von Transidentitätsschulungen.

## Références

- Shaw R, Abbey H, Casals-Gutiérrez S, Maretic S. Reconceptualizing the therapeutic alliance in osteopathic practice: Integrating insights from phenomenology, psychology and enactive inference. *Int J Osteopath Med.* 2022;46:36-44.
- World Health Organization. Benchmarks for training in traditional / complementary and alternative medicine: benchmarks for training in osteopathy. 2010 [cité 4 févr 2024]; Disponible sur: <https://iris.who.int/handle/10665/44356>
- Epstein RM, Franks P, Fiscella K, Shields CG, Meldrum SC, Kravitz RL, et al. Measuring patient-centered communication in Patient-Physician consultations: Theoretical and practical issues. *Soc Sci Med.* 2005;61(7):1516-28.
- Fahlgren E, Nima AA, Archer T, Garcia D. 2015. Person-centered osteopathic practice: patients' personality (body, mind, and soul) and health (ill-being and well-being) *PeerJ* 3:e1349.
- Haute Autorité de Santé. Haute Autorité de Santé. 2015 [cité 4 févr 2024]. Démarche centrée sur le patient : information, conseil, éducation thérapeutique, suivi. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/jcms/c\\_2040144/fr/demarche-centree-sur-le-patient-information-conseil-education-therapeutique-suivi](https://www.has-sante.fr/jcms/c_2040144/fr/demarche-centree-sur-le-patient-information-conseil-education-therapeutique-suivi)
- Baldin I, Esteves JE, Tramontano M, Macdonald M, Baroni F, Lunghi C. A Content Analysis of Osteopaths' Attitudes for a More Inclusive Clinical Practice towards Transgender People. *Healthcare.* 2022;10(3):562.
- Lapinski J, Diaz KM. Single Accreditation System for Graduate Medical Education: An Opportunity for Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender Health Education Integration in Osteopathic Medicine. 2016;116(2).
- Larousse É. Définitions : outing - Dictionnaire de français Larousse [Internet]. 2020 [cité 18 déc 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/outing/10910084>
- DILCRAH. fiche\_respect\_des\_droits\_trans\_dilcrah.pdf [Internet]. Délégation interministérielle à la lutte contre le racisme, l'antisémitisme et la haine anti-LGBT; 2019. Disponible sur: [https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contentu/piece-jointe/2019/11/fiche\\_respect\\_des\\_droits\\_trans\\_dilcrah.pdf](https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contentu/piece-jointe/2019/11/fiche_respect_des_droits_trans_dilcrah.pdf)
- Gender Diversity Terminology | Penn State Student Affairs [Internet]. 2022 [cité 18 déc 2023]. Disponible sur: <https://studentaffairs.psu.edu/csgd/explore-lgbtq-resources/identity-based/gender-terms>
- Torgirson BN, Minson CT. Sex and gender: what is the difference? *J Appl Physiol.* sept 2005;99(3):785-7.
- Larousse É. sexe - LAROUSSE [Internet]. 2020 [cité 18 déc 2023]. Disponible sur: <https://www.larousse.fr/encyclopedie/divers/sexe/91614>
- Gouvernement du Canada SC. Sexe à la naissance de la personne [Internet]. 2021 [cité 18 déc 2023]. Disponible sur: [https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Var\\_f.pl?Function=DEC&Id=24101](https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3Var_f.pl?Function=DEC&Id=24101)
- Stryker S. Transgender History, second edition: The Roots of Today's Revolution. Hachette UK; 2017. 295 p.
- QuestionSexualité. En savoir plus sur l'identité de genre [Internet]. 2019 [cité 18 déc 2023]. Disponible sur: <https://questionsexualite.fr/connaitre-son-corps-et-sa-sexualite/la-diversite-de-genre/qu-est-ce-que-l-identite-de-genre>
- Winter S, Diamond M, Green J, Karasic D, Reed T, Whittle S, et al. Transgender people: health at the margins of society. *The Lancet.* 2016;388(10042):390-400.
- Dhénain, M. 'Parcours de transition des personnes transgenres'. France: Ministère des Solidarités et de la Santé. Note de Cadrage de l'HAS (Haute Autorité de Santé), 2022. Disponible sur: [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-09/reco454\\_cadrage\\_trans\\_mel.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2022-09/reco454_cadrage_trans_mel.pdf)
- Picard DH, Jutant S. Rapport relatif à la santé et aux parcours de soins des personnes trans. [Internet]. 2022 [cité 18 déc 2023]. Disponible sur: <https://sante.gouv.fr/ministere/documentation-et-publications-officielles/rapports/sante/article/rapport-relatif-a-la-sante-et-aux-parcours-de-soins-des-personnes-trans>
- Garnier M, Ollivier S, Flori M, Maynié-François C. Transgender people's reasons for primary care visits: a cross-sectional study in France. *BMJ Open.* 2021;11(6):e036895.
- Alessandrin, Arnaud, et Karine Espineira. Sociologie de la transphobie. Pessac: Maison des Sciences de l'Homme d'Aquitaine, 2015. <https://doi.org/10.4000/books.msha.4833>.
- Allory E, Duval E, Caroff M, Kendir C, Magnan R, Brau B, et al. The expectations of transgender people in the face of their health-care access difficulties and how they can be overcome. A qualitative study in France. *Prim Health Care Res Dev.* 2020;21:e62.
- Tschurtz B, Burke A. Advancing Effective Communication, Cultural Competence, and Patient- and Family-Centered Care for the Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender (LGBT) Community - A Field Guide. 2011. Disponible sur: <https://nrhp.org/wp-content/uploads/2019/10/Joint-Commission-LGBT-Field-Guide.pdf>;

- 23.** Price MA, Hollinsaid NL, McKetta S, Mellen EJ, Rakhilin M. Structural transphobia is associated with psychological distress and suicidality in a large national sample of transgender adults. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* 2024;59(2):285-94.
- 24.** Osteopathy Europe. Regulation of the Osteopathic Profession in Europe – An overview [Internet]. Osteopathy Europe; 2023 oct [cité 28 juin 2024]. Disponible sur: <https://osteopathyeurope.org/wp-content/uploads/2023/12/Regulation-of-the-Osteopathic-Profession-in-Europe-Third-Edition-October-2023.pdf>
- 25.** Ellwood J, Carnes D. An international profile of the practice of osteopaths: A systematic review of surveys. *Int J Osteopath Med.* 2021;40:14-21.
- 26.** MacMillan, A. 'Power and capital: In osteopathy', *International Journal of Osteopathic Medicine*, 50, p. 100685. 2023.
- 27.** Steel A, Foley H, Redmond R. Person-centred care and traditional philosophies in the evolution of osteopathic models and theoretical frameworks: Response to Esteves et al. *Int J Osteopath Med.* 2020;36:60-1.
- 28.** Thomson OP, Petty NJ, Moore AP. Reconsidering the patient-centeredness of osteopathy. *Int J Osteopath Med.* 2013;16(1):25-32.
- 29.** IFOP [Internet]. [cité 18 déc 2023]. Ostéopathe, notoriété et image de la profession. Disponible sur: <https://www.ifop.com/publication/osteopathe-notoriete-et-image-de-la-profession/>
- 30.** ODOXA pour UPO- les francais et Iosteopathie juin 2024.pdf [Internet]. [cité 8 juill 2024]. Disponible sur: <https://www.cido.fr/app/uploads/sites/9/2024/06/odoxa-pour-upo-les-francais-et-Iosteopathie-juin-2024.pdf>
- 31.** Lam MT, Banihashem M, Lam HR, Wan AB, Chow E. Patient experience, satisfaction, perception and expectation of osteopathic manipulative treatment: A systematic review. *Int J Osteopath Med.* 2019;32:28-43.
- 32.** Velter, Dumond A Morgan. Encore trop peu d'études françaises rendent compte de la transphobie et de ses conséquences en santé publique - Focus [Internet]. 2021 [cité 12 sept 2024]. Disponible sur: <https://www.santepubliquefrance.fr/import/encore-trop-peu-d-etudes-francaises-rendent-compte-de-la-transphobie-et-de-ses-consequences-en-sante-publique-focus>
- 33.** Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med.* 2018;169(7):467-73.
- 34.** Khaleghi MS, Andrawes K, Yacoub J, Kashmer D. Medical Students' Preparedness to Discuss Lesbian, Gay, Bisexual, Transgender, Queer, and Other (LGBTQ+) Patient-Related Topics: A Survey Study. *Cureus.* 2023.
- 35.** Harrison, C. Cody. Including LGBTQIA+ Healthcare Education in the Pre-Clinical Curriculum at Osteopathic Medical Schools. *Wilmington University (Delaware)*, 2023.
- 36.** Snelgrove JW, Jasudavicius AM, Rowe BW, Head EM, Bauer GR. "Completely out-at-sea" with "two-gender medicine": A qualitative analysis of physician-side barriers to providing healthcare for transgender patients. *BMC Health Serv Res.* 2012;12(1):110.
- 37.** McPhail D, Rountree-James M, Whetter I. Addressing gaps in physician knowledge regarding transgender health and healthcare through medical education. *Can Med Educ J.* 2016;7(2):e70-78.
- 38.** Morimoto, K. et al. (2022) 'Osteopathic medical students' subjective preparedness for LGBTQ+ patient care and influencing factors: A multi-institutional survey study', *The AAO Journal*, 32(3), pp. 26–36. 2022 doi:10.53702/2375-5717-32.3.26.
- 39.** Gold MA. Improving Osteopathic Medical Training in Providing Health Care to Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender Patients. *J Osteopath Med.* 2014;114(10):750-1.
- 40.** Obedin-Maliver J, Goldsmith ES, Stewart L, White W, Tran E, Brenman S, et al. Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender-Related Content in Undergraduate Medical Education. *JAMA.* 2011, 306(9).
- 41.** Wylie K, Knudson G, Khan SI, Bonierbale M, Watanyusakul S, Baral S. Serving transgender people: clinical care considerations and service delivery models in transgender health. *The Lancet.* 2016;388(10042):401-11.
- 42.** Counce TL, Ko A, Martinez AD, Rivera JM, Browne C, Solis L. Utilizing the Four Tenets of Osteopathic Medicine as an intersectional framework for approaching sexual orientation and gender identity disclosure as a provider. *J Osteopath Med.* 2021;121(12):875-81.
- 43.** Van Heesewijk J, Kent A, Van De Grift TC, Harleman A, Muntinga M. Transgender health content in medical education: a theory-guided systematic review of current training practices and implementation barriers & facilitators. *Adv Health Sci Educ.* 2022;27(3):817-46.
- 44.** Lapinski J, Sexton P, Baker L. Acceptance of Lesbian, Gay, Bisexual, and Transgender Patients, Attitudes About Their Treatment, and Related Medical Knowledge Among Osteopathic Medical Students. *J Osteopath Med.* 2014;114(10):788-96.
- 45.** Reisner SL, Poteat T, Keatley J, Cabral M, Mothopeng T, Dunham E, et al. Global health burden and needs of transgender populations: a review. *The Lancet.* 2016;388(10042):412-36.
- 46.** Graham KD, Foley H, Adams J, Steel A. Complex systems, complex practice, complex outcomes: A call for the development of complexity-informed implementation models (CIIM) for traditional, complementary, and integrative medicine. *Eur J Integr Med.* 2023;64:102314.
- 47.** Draper-Rodi, J., Abbey, H., Hammond, J. et al. Overcoming barriers to equality, diversity, inclusivity, and sense of belonging in health-care education: the Underrepresented Groups' Experiences in Osteopathic Training (UrGEnT) mixed methods study. *BMC Med Educ* 24, 468 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05404-3>



Fédération Suisse d'Ostéopathie  
Schweizerischer Osteopathieverband  
Federazione Svizzera di Osteopatia

# Neurofeedback: une intervention innovante pour la rééducation des membres supérieurs après un accident vasculaire cérébral

## Neurofeedback: An innovative approach for upper-limb rehabilitation after stroke

(Abstract on page 260)

## Neurofeedback: eine innovative Intervention zur Rehabilitation der oberen Extremitäten nach einem Schlaganfall

(Zusammenfassung auf Seite 263)

Martina Coscia<sup>1</sup> (PhD), Pierre Nicolo<sup>2</sup> (PT, PhD)

Mains Libres 2024; 4: 259-264 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.259

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt financier ou personnel en rapport avec cet article.

Article reçu le 12 septembre 2024, accepté le 30 octobre 2024.

**MOTS CLÉS** AVC / membre supérieur / neurofeedback / neuroréadaptation / interface cerveau-machine / imagerie motrice

### RÉSUMÉ

**Contexte:** Le neurofeedback (NF) est une intervention basée sur l'imagerie motrice et les interfaces cerveau-ordinateur pour favoriser l'apprentissage de l'auto-modulation de l'activité neuronale. Il a été récemment introduit comme une intervention prometteuse pour la neuroréhabilitation des membres supérieurs (MS) après un accident vasculaire cérébral (AVC).

**Objectif:** L'objectif est d'expliquer comment fonctionne le NF, de décrire quelles sont ses composantes, d'examiner comment il est utilisé et d'évaluer son efficacité dans la rééducation post-AVC.

**Développement:** La neuroplasticité est à la fois un mécanisme clé et un objectif du NF. Différentes sources neuronales sont utilisées comme signaux d'entrée et de cible dans le NF, et le feedback visuel, acoustique et proprioceptif sont les principaux modes de retour de l'information aux patients. Son application est hétérogène (de moins de dix séances à plusieurs semaines), et il est utilisé en combinaison avec des interventions de rééducation traditionnelles et plus innovantes. Son efficacité pour la rééducation des MS reste à déterminer notamment en comparaison à d'autres interventions.

**Discussion:** L'hétérogénéité de la population, de la conception et de l'application de NF, ainsi que le manque de connaissances sur la récupération motrice après un AVC, contribuent à son efficacité fluctuante. Une personnalisation s'avère indispensables pour en optimiser les résultats.

**Conclusion:** Bien que son efficacité clinique ne soit pas établie, le NF est une intervention polyvalente de rééducation des MS après un AVC, applicable aux patients les plus graves avec de grandes possibilités de personnalisation.

<sup>1</sup> Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève (HEPIA), Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)

<sup>2</sup> Filière Physiothérapie, Haute école de santé, Genève, HES-SO// Haute École Spécialisée de Suisse Occidentale, Genève, Suisse

## CONTEXTE

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est l'une des principales causes de handicap moteur dans le monde, laissant de nombreux patients avec des déficits moteurs durables, en particulier au niveau des membres supérieurs (MS)<sup>(1)</sup>. Ces déficits réduisent considérablement la qualité de vie de ces personnes et nécessitent des interventions de rééducation intensive dont les résultats demeurent parfois limités<sup>(1)</sup>.

La rééducation neurologique est un domaine en constante évolution, avec de nouvelles techniques et approches qui se développent afin d'améliorer la récupération clinique<sup>(2)</sup>. Parmi ces approches, le neurofeedback (NF) s'impose comme une méthode innovante et prometteuse. Le NF repose sur le principe selon lequel les individus peuvent apprendre à moduler leur propre activité cérébrale grâce à un retour d'information en temps réel<sup>(3)</sup>. En d'autres termes, il permet aux patients de visualiser ou de « ressentir » leur activité cérébrale et, progressivement, de la contrôler de manière consciente pour atteindre des objectifs thérapeutiques spécifiques. Historiquement, utilisé dans le traitement de troubles comme l'hyperactivité, l'anxiété ou l'épilepsie<sup>(3)</sup>, le NF connaît un intérêt croissant dans la rééducation des fonctions motrices, notamment à la suite d'un AVC.

Grâce aux progrès des interfaces cerveau-machine (en anglais; *brain-computer interface*, BCI) et à l'imagerie motrice (IM), il est désormais possible de cibler des régions cérébrales spécifiques associées aux mouvements volontaires<sup>(4)</sup>. Le NF s'appuie sur ces technologies pour mesurer en temps réel l'activité neuronale, pour la traiter au moyen d'algorithmes mathématiques et de classificateurs (c'est-à-dire un algorithme de catégorisation du mouvement ou d'identification de schémas moteurs) et pour fournir aux patients un retour d'information, leur permettant de réactiver les circuits neuronaux lésés. Ce processus exploite la plasticité cérébrale, c'est-à-dire la capacité du cerveau à se réorganiser sur le plan structurel et fonctionnel<sup>(5)</sup>. Dans le contexte de la rééducation post-AVC, la plasticité est un facteur clé, car elle permet au cerveau de restituer ou compenser les fonctions perdues en renforçant les connexions neuronales existantes ou en créant de nouvelles. Le NF tend à promouvoir cette plasticité et participe au développement de nouvelles modalités thérapeutiques.

## OBJECTIFS

Cet article vise à présenter le concept du NF ainsi que ses mécanismes d'action. Il explore les méthodes et technologies utilisées en NF et évalue son efficacité dans le contexte de la rééducation des MS après un AVC, en analysant les études cliniques disponibles et leurs résultats. Enfin, l'article aborde les limites du NF et discute des perspectives pour en maximiser les bénéfices thérapeutiques, en particulier chez les patients victimes d'AVC.

## DÉVELOPPEMENT

Le NF consiste à monitorer et afficher en temps réel l'activité cérébrale générée lors d'une tâche motrice ou cognitive. Ce retour d'information, direct ou modifié, est ensuite présenté

aux utilisateurs (participants « sains » ou pathologiques), qui peuvent progressivement apprendre à le contrôler spontanément afin d'atteindre un objectif prédéfini<sup>(6)</sup>. Grâce à l'utilisation d'un BCI, les utilisateurs apprennent à maîtriser leur activité neuronale, ce qui guide leur pratique mentale, telle que l'IM<sup>(4)</sup>.

Le NF est utilisé pour traiter divers troubles dont les déficits suite à un AVC ou la maladie de Parkinson notamment<sup>(3,7)</sup>. Dans le cadre de la rééducation des MS, il représente une stratégie thérapeutique potentielle et se montre particulièrement prometteur pour la rééducation post-AVC<sup>(6)</sup>.

## MÉCANISMES D'ACTION

Le cerveau humain est un réseau neuronale flexible et adaptable (grâce aux phénomènes de plasticité), capable de se modifier en réponse aux expériences et aux apprentissages. Il est orienté vers la recherche de plaisir (hédoniste), et réagit également aux stimuli de punition et aux récompenses programmées<sup>(8)</sup>. Le NF agit comme une stimulation interne du cerveau, provoquée par des changements de comportement résultant de la régulation de l'activité neuronale<sup>(9)</sup>. Pour mieux comprendre les mécanismes d'action du NF, il est essentiel d'aborder ceux de l'IM et du BCI.

L'IM consiste en la répétition structurée et intentionnelle de mouvements imaginés, sans qu'aucun mouvement réel ne soit produit<sup>(4)</sup>. L'apprentissage et la récupération motrice peuvent être améliorés par l'IM, car elle active des zones cérébrales similaires à celles mobilisées par le mouvement réel<sup>(4)</sup>. Ainsi, les cortex sensoriels et moteurs peuvent se réorganiser de manière dynamique grâce à la neuroplasticité<sup>(5)</sup>. L'IM peut être considérée, dès lors, comme une méthode complémentaire ou alternative d'entraînement moteur<sup>(5)</sup>.

Le BCI tire parti de la capacité du cerveau à associer de nouveaux stimuli à des mouvements orientés vers un objectif pour développer et renforcer les compétences motrices. Un BCI utilise l'activité neuronale enregistrée par diverses techniques non-invasives et la traduit en commandes spécifiques destinées à contourner ou à assister les voies neuromusculaires potentiellement affectées par un AVC par exemple<sup>(8)</sup>. Même en présence de dommages causés par cet AVC, un BCI non-invasif peut détecter des changements significatifs dans l'activité neuronale et promouvoir une récupération neuronale de type Hebbienne<sup>(8)</sup>, qui postule que « les neurones qui s'activent ensemble se renforcent ensemble ». En d'autres termes, lorsqu'ils sont souvent actifs en même temps, les connexions entre les neurones se renforcent et contribuent à l'efficacité et la précision de l'apprentissage<sup>(5)</sup>.

Le BCI peut aider le cerveau à distinguer les stratégies efficaces des stratégies inefficaces en utilisant un renforcement programmé basé sur les objectifs de la tâche. Associé à un retour d'information, le BCI peut permettre aux patients de mieux comprendre quelles zones cérébrales sont activées, ce qui favorise la plasticité cérébrale et l'apprentissage. Cela peut contribuer à renforcer le circuit sensorimoteur et à développer les fonctions motrices volontaires. Le renforcement des mouvements est crucial dans les thérapies par BCI, avec le conditionnement pavlovien jouant un rôle important dans la création d'associations et d'attentes<sup>(9)</sup>.

## ADMINISTRATION

### Population cible

Dans le cadre de la rééducation motrice après un AVC, le NF s'adresse initialement aux patients ayant subi un AVC chronique<sup>(4,10-14)</sup> et souffrant de déficits moteurs persistants<sup>(10)</sup>. La plupart des patients utilisant le NF pour la rééducation des MS présentent une hémiparésie de la main droite<sup>(3,10)</sup> et une déficience motrice légère à modérée des MS. Cependant, le NF constitue également une option viable pour les patients atteints d'AVC chroniques plus graves<sup>(6)</sup>.

### Entrées : la composante « neuro »

Dans le contexte de la neuroréhabilitation, l'activité neuronale utilisée par le NF provient généralement de mesures biologiques non-invasives effectuées pendant l'IM, comme les électrodes d'électroencéphalographie (EEG)<sup>(9,12,15)</sup> placées sur les régions sensorimotrices pour monitorer l'activité cérébrale associée à la fonction motrice de la main<sup>(8)</sup>. D'autres techniques incluent l'électromyographie (EMG)<sup>(6)</sup>, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf)<sup>(9,15)</sup>, la spectroscopie dans le proche infrarouge (NIRS)<sup>(9,15)</sup> et la magnétoencéphalographie (MEG)<sup>(16)</sup> (Figure 1).

Bien que l'IRMf et la MEG offrent respectivement une excellente résolution spatiale, elles ne sont pas transportables. En revanche, la NIRS, l'EEG et l'EMG peuvent enregistrer l'activité neuronale pendant les tâches motrices dans des situations de la vie quotidienne ou dans des contextes de rééducation, avec une résolution spatiale limitée, mais une haute résolution temporelle<sup>(17)</sup>. L'EEG et l'EMG sont souvent

préférés en raison de leur simplicité, de leur sécurité, de leur portabilité et de leur faible coût<sup>(16)</sup>. Les approches les plus récentes de NF pour la rééducation des MS combinent plusieurs types de données biologiques pendant l'IM, telles que l'EEG et l'EMG<sup>(6)</sup>. Une fois que l'activité cérébrale est « captée » par le BCI, elle est analysée grâce à des techniques mathématiques et des programmes informatiques qui permettent de comprendre ces données. Ces informations sont ensuite utilisées pour donner des indications utiles au patient<sup>(3)</sup>.

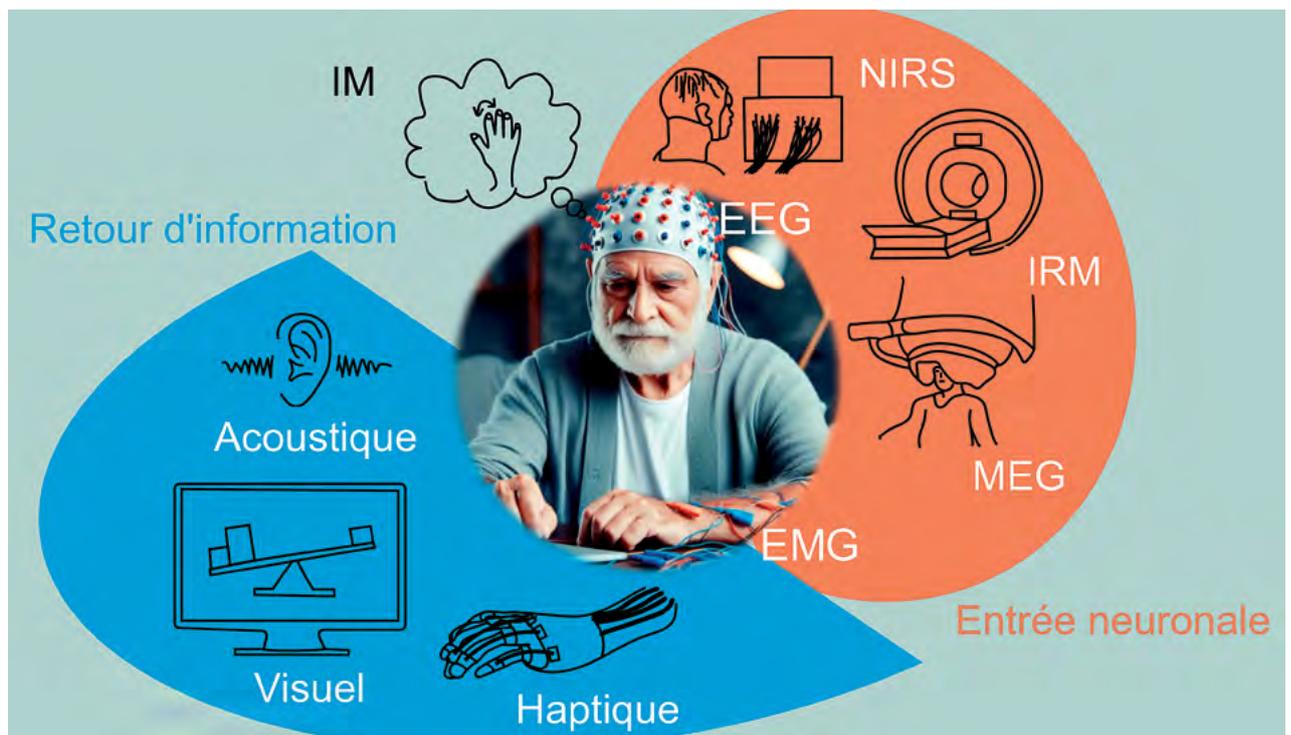
### Sorties : la composante « retour d'information »

Les retours d'information ou *feedbacks* du NF aident les patients à percevoir les effets des exercices pendant l'IM et à apprendre à activer et à moduler l'activité neuronale. Ce retour d'information peut être visuel, auditif ou somatosensoriel<sup>(3,9)</sup>. Il peut prendre une forme abstraite, comme un curseur se déplaçant sur un écran, ou être plus incarné, comme des représentations somatosensorielles utilisant des systèmes robotiques, haptiques ou la stimulation électrique fonctionnelle qui reproduisent le mouvement souhaité<sup>(9,17)</sup> ou encore des méthodes moins conventionnelles, comme la stimulation de la langue<sup>(10,18)</sup>.

Bien que les études n'aient pas encore clairement démontré comment différents types de retours d'information influencent les performances en IM, il est possible que l'effet du *feedback* varie en fonction de l'apprenant<sup>(11)</sup>. Par exemple, un retour d'information réaliste, comme le mouvement d'une main virtuelle, pourrait être plus efficace que des retours plus abstraits, car l'observation du mouvement pourrait activer les neurones miroirs dans les régions sensorimotrices<sup>(8)</sup>.

Figure 1

Vue d'ensemble des méthodes de feedback et des techniques d'imagerie utilisées pour analyser les réponses sensorimotrices



EEG: électroencéphalographie; EMG: électromyographie; IRM: imagerie par résonance magnétique; MEG: magnétoencéphalographie; NIRS: spectroscopie dans le proche infrarouge.

Le retour d'information émotionnelle (comme l'utilisation de smileys) a également montré des effets positifs sur la performance en IM<sup>(11)</sup>. Il est également possible de combiner différents retours d'information. En effet, chez les patients post-AVC chronique, la combinaison de feedback auditif et visuel tend à diminuer la performance du BCI, tandis que l'association de *feedback* haptique et visuel l'améliore<sup>(11)</sup>. Enfin, l'intégration du BCI avec la réalité virtuelle permet des expériences immersives contrôlées par l'effort mental, et peut être utilisée pour induire des illusions basées sur les contingences sensorimotrices entre la perception et l'action<sup>(19)</sup>.

### Combinaison avec les thérapies

Le NF est souvent combiné à diverses interventions pour améliorer les résultats de la rééducation, notamment les thérapies physiques conventionnelles du MS telles que la mobilisation assistée<sup>(3,15)</sup>, les exercices fonctionnels<sup>(3)</sup>, la thérapie par la contrainte<sup>(9)</sup>, le massage médical<sup>(3,15,17)</sup>, l'acupuncture<sup>(3)</sup>, l'orthophonie<sup>(15)</sup> ou les approches cognitivo-comportementales<sup>(15)</sup>.

Le NF peut également être utilisé avec d'autres interventions de rééducation plus innovantes, telles que la robotique ou la stimulation électrique fonctionnelle<sup>(9,15,17)</sup>. Le NF est de plus en plus souvent appliqué après une stimulation cérébrale non-invasive. Combiner le NF avec des techniques de stimulation cérébrale pendant des exercices volontaires peut faciliter le renforcement de la plasticité adaptative du cerveau. Par exemple, la stimulation transcrânienne à courant continu anodique peut améliorer la réduction de l'amplitude du signal électrique du cerveau en réponse à un stimulus ou une action spécifique, souvent mesurée par l'EEG<sup>(16)</sup>, un signal parfois difficile à détecter dans l'hémisphère touché par un AVC. Une stimulation transcrânienne à courant alternatif spécifique a également été étudiée afin d'améliorer la précision de la classification de l'intervention de NF, en réduisant les variations des oscillations cérébrales au repos<sup>(13)</sup>.

### Durée

Les durées des traitements en NF varient<sup>(3,8,10,15,18)</sup> allant de moins de 10 séances à un programme de 6 semaines, avec généralement deux à trois séances par semaine<sup>(10,18)</sup>. Chaque séance peut durer entre 30 minutes et deux heures. Elles comprennent souvent plusieurs séries d'exercices d'IM et des périodes de repos<sup>(11)</sup>.

## EFFICACITÉ

Le NF a montré des résultats variables pour améliorer la fonction motrice des MS après un AVC. Les résultats les plus prometteurs suggèrent que le NF peut être aussi efficace, voire plus, que les interventions conventionnelles<sup>(8,9)</sup>. Le NF, associé à des interfaces robotiques, a également démontré des améliorations significatives chez les patients gravement atteints<sup>(8)</sup>. Cependant, des interventions plus complexes combinant BCI et IM avec stimulation transcrânienne à courant continu pendant 2 semaines n'a pas montré d'améliorations motrices significatives chez les patients atteints d'un AVC au stade aigu ou chronique<sup>(8)</sup>. Le NF utilisant l'EMG a donné des résultats similaires à la thérapie conventionnelle pour la fonction de la main, tout en augmentant la force de l'abducteur du pouce court (un muscle de la main)<sup>(3)</sup>. Les patients atteints d'AVC chronique ont montré des

améliorations de la motricité de la main et des changements dans la structure de la substance blanche après un entraînement de NF basé sur l'IRMf, visant à auto-moduler l'activité du cortex moteur<sup>(14)</sup>. Le NF semble particulièrement efficace pour les patients atteints d'un AVC chronique présentant des déficits légers à modérés<sup>(8)</sup>, tandis que les résultats sont plus mitigés pour ceux avec des AVC sévères, qui peuvent nécessiter un soutien supplémentaire<sup>(8)</sup>.

Des études montrent que le NF peut influencer l'activité cérébrale, réduire la plasticité « maladaptée », améliorer l'activité du cortex moteur adjacent à la lésion et favoriser la récupération clinique. Il peut aussi améliorer l'humeur, la motivation et la confiance en soi, créant un état d'esprit positif qui soutient la rééducation après un AVC<sup>(8)</sup>.

## DISCUSSION

Le NF est une intervention polyvalente de rééducation des MS après un AVC. Malgré des résultats encourageants, le NF après un AVC présente plusieurs défis et limitations. Comme pour d'autres interventions de neuroréhabilitation, les résultats controversés du NF sont souvent dus à une compréhension limitée des processus de réparation spécifiques à chaque patient et à une approche trop généralisée du traitement<sup>(1,6,20)</sup>. La variabilité des caractéristiques cliniques des patients, comme le site de la lésion et la gravité des déficits, ainsi que les différences dans les protocoles de rééducation, compliquent les comparaisons entre études et rendent difficile la conception de nouveaux essais<sup>(16,20)</sup>. De plus, les études sont souvent réalisées avec de petits échantillons, ce qui peut sous-estimer l'efficacité du NF<sup>(8)</sup>. Des échantillons plus importants et moins hétérogènes ainsi que des essais contrôlés randomisés sont nécessaires pour déterminer l'efficacité et l'impact du NF dans la rééducation après un AVC<sup>(8)</sup>. Il est aussi souvent difficile de déterminer quelle méthode de NF est la plus adaptée aux besoins spécifiques de chaque patient et quelle est la fréquence optimale des séances pour maximiser la récupération motrice des MS<sup>(8,15,20)</sup>.

D'autres limitations sont spécifiques à la performance du NF. Certains utilisateurs, même en bonne santé, peuvent avoir du mal à contrôler les systèmes EEG-BCI à cause de différences physiologiques et psychologiques<sup>(8)</sup>. Il est donc essentiel de proposer des alternatives, comme les BCI-EMG, pour ces patients. Le NF et des séances d'entraînement longues et répétitives peuvent également entraîner une fatigue et une baisse de performance au fil du temps. La précision du NF varie selon les méthodes utilisées, et le retour d'information n'est jamais parfait, ce qui peut affecter les résultats<sup>(19,21)</sup>. Un retour d'information incorrect peut réduire les performances des participants ou patients.

Idéalement, les *feedbacks* et les objectifs de rééducation devraient être personnalisés pour chaque individu, en fonction de leurs préférences, besoins quotidiens, et difficultés, afin d'améliorer la motivation des patients et les résultats obtenus<sup>(15)</sup>. Les techniques d'IM les plus récentes sont adaptables au profil de chaque patient<sup>(22)</sup>, car les traitements standardisés ne répondent pas toujours aux besoins spécifiques de chacun<sup>(20)</sup>. Le NF est une intervention complexe qui comprend plusieurs composantes nécessitant une personnalisation pour chaque utilisateur. Cela inclut le type d'IM, le choix

du site optimal et de la source de l'activité neuronale à enregistrer, les caractéristiques spécifiques de l'activité neuronale (comme les fréquences motrices dans la bande bêta, 15-30 Hertz), ainsi que le type de feedback à fournir, et la cible à atteindre lors de l'exercice d'IM<sup>(11,21)</sup>. Cette complexité constitue également un de ses principaux atouts, car elle maximise sa polyvalence et sa capacité de personnalisation.

## CONCLUSION

Le NF est une méthode prometteuse et polyvalente pour la rééducation après un AVC. Les résultats cliniques varient selon les patients et les protocoles, mais les avancées technologiques en IM et en BCI permettent d'affiner continuellement les traitements de NF. Cependant, une personnalisation des approches, ainsi que davantage d'études, sont recommandés pour exploiter pleinement la polyvalence du NF et maximiser l'efficacité de cette technique en rééducation neurologique.

### IMPLICATIONS CLINIQUES

- **Le NF peut aider les patients à réapprendre à contrôler leur activité neuronale pour améliorer la récupération motrice après un AVC.**
- **Le BCI et l'IM sont des outils clés pour mesurer et influencer l'activité neuronale en temps réel.**
- **La personnalisation des protocoles de NF, notamment chez les patients sévèrement atteints est cruciale pour optimiser les résultats en rééducation en particulier des MS après un AVC.**

### Contact

Martina Coscia  
martina.coscia@hesge.ch

## ABSTRACT

**Background.** Neurofeedback (NF) is an innovative intervention based on motor imagery and brain-computer interfaces to stimulate the self-modulation of neural activity. It has been recently introduced in neurorehabilitation as a promising intervention for post-stroke upper-limb rehabilitation.

**Objective.** This paper aims to explain the components and mechanisms of neurofeedback and review its use and effectiveness for upper-limb stroke rehabilitation.

**Development.** Neuroplasticity is a mechanism of action and goal of NF. Different neural sources are used as input and target signals in NF, and visual, acoustic, and proprioceptive feedback are the main modes to feed back the information to patients. Its application varies from less than ten sessions to several weeks, and NF can be combined with traditional and more innovative rehabilitative interventions. Its effectiveness for upper-limb stroke rehabilitation is variable across studies and not superior to other interventions for upper-limb stroke rehabilitation.

**Discussion.** The heterogeneity of the stroke population, the diversity of the design and application of this approach, and the scarce knowledge about motor recovery following stroke contribute to NF's variable effectiveness. Personalizing the design and application of NF is a necessary next step to improve its effectiveness.

**Conclusion.** Although its clinical effectiveness has not been proven due to the variability of results across different studies, NF is a versatile upper-limb rehabilitative intervention following stroke, applicable for the most severe patients with high personalization possibilities.

**KEYWORDS** stroke / upper limb / neurofeedback / neuro-rehabilitation / brain-computer interface / motor imagery

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund:** Neurofeedback ist eine innovative Intervention, die auf motorischen Bildern und Gehirn-Computer-Schnittstellen basiert, um das Erlernen der Selbstmodulation der neuronalen Aktivität zu fördern. Es wurde kürzlich in der Neurorehabilitation als vielversprechende Intervention für die Rehabilitation der oberen Gliedmaßen nach einem Schlaganfall eingeführt.

**Ziel:** Ziel dieser Mitteilung ist es, zu erklären, wie Neurofeedback funktioniert, welche Komponenten es hat, wie es eingesetzt wird und wie wirksam es bei der Rehabilitation der oberen Gliedmaßen nach einem Schlaganfall ist.

**Entwicklung:** Wir diskutieren, wie Neurofeedback die Neuroplastizität nutzt, und gehen auf die verschiedenen neuronalen Quellen ein, die als Eingangs- und Zielsignale verwendet werden, sowie auf die Modi zur Rückmeldung der Informationen an die Patienten (visuelles, akustisches und propriozeptives Feedback). Wir belegen die Variabilität der Anwendung von weniger als zehn Sitzungen bis hin zu mehreren Wochen und den Einsatz in Kombination mit traditionellen und innovativeren rehabilitativen Maßnahmen. Es wird gezeigt, dass die Wirksamkeit des Verfahrens bei der Rehabilitation von Schlaganfällen der oberen Gliedmaßen in den verschiedenen Studien variiert und anderen Interventionen nicht überlegen ist.

**Diskussion:** Die Heterogenität der Schlaganfallpopulationen und des Designs und der Anwendung dieses Ansatzes sowie das geringe Wissen über die motorische Erholung nach einem Schlaganfall tragen zur variablen Wirksamkeit von Neurofeedback bei. Die Personalisierung des Designs und der Anwendung von Neurofeedback ist ein notwendiger nächster Schritt zur Verbesserung der Wirksamkeit.

**Schlussfolgerung:** Obwohl seine klinische Wirksamkeit aufgrund der Variabilität der Ergebnisse verschiedener Studien nicht bewiesen ist, ist Neurofeedback eine vielseitige rehabilitative Intervention für die oberen Gliedmaßen nach einem Schlaganfall, die auch für schwerstbetroffene Patienten mit hohen Personalisierungsmöglichkeiten geeignet ist.

**SCHLÜSSELWÖRTER** Schlaganfall / obere Extremität / Neurofeedback / Neurorehabilitation / Brain-Computer Interface / Motor Imagery

## Références

1. Coscia M, Wessel MJ, Chaudary U, Millán J del R, Micera S, Guggisberg A, et al. Neurotechnology-aided interventions for upper limb motor rehabilitation in severe chronic stroke. *Brain*. 2019;142(8):2182–97.
2. Murphy MA, Pradhan S, Levin Mf, Hancock Nj. Uptake of Technology for Neurorehabilitation in Clinical Practice: A Scoping Review. *Physical therapy*. 2024;104(2).
3. Rayegani SM, Raeissadat SA, Sedighipour L, Rezazadeh IM, Bahrami MH, Eliaspour D, et al. Effect of neurofeedback and electromyographic-biofeedback therapy on improving hand function in stroke patients. *Top Stroke Rehabil*. 2014;21(2):137–51.
4. Lee M, Jeong JH, Kim YH, Lee SW. Decoding Finger Tapping With the Affected Hand in Chronic Stroke Patients During Motor Imagery and Execution. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*. 2021;29:1099–109.
5. Marzbani H, Marateb HR, Mansourian M. Neurofeedback: A Comprehensive Review on System Design, Methodology and Clinical Applications. *Basic Clin Neurosci*. 2016;7(2):143–58.
6. Lew KL, Sim KS, Tan SC, Abas FS. Biofeedback Upper Limb Assessment Using Electroencephalogram, Electromyographic and Electrocardiographic with Machine Learning in Signal Classification. 2022;30(3).
7. Mohanty R, Sinha AM, Remsik AB, Dodd KC, Young BM, Jacobson T, et al. Machine Learning Classification to Identify the Stage of Brain-Computer Interface Therapy for Stroke Rehabilitation Using Functional Connectivity. *Front Neurosci*. 2018;12:353.
8. Remsik A, Young B, Vermilyea R, Kiekhoefer L, Abrams J, Evander Elmore S, et al. A review of the progression and future implications of brain-computer interface therapies for restoration of distal upper extremity motor function after stroke. *Expert Rev Med Devices*. 2016;13(5):445–54.
9. Nojima I, Sugata H, Takeuchi H, Mima T. Brain-Computer Interface Training Based on Brain Activity Can Induce Motor Recovery in Patients With Stroke: A Meta-Analysis. *Neurorehabil Neural Repair*. 2022;36(2):83–96.
10. Young BM, Nigogosyan Z, Walton LM, Song J, Nair VA, Grogan SW, et al. Changes in functional brain organization and behavioral correlations after rehabilitative therapy using a brain-computer interface. *Front Neuroeng*. 2014;7:26.
11. Darvishi S, Datta Gupta A, Hamilton-Bruce A, Koblar S, Baumert M, Abbott D. Enhancing poststroke hand movement recovery: Efficacy of RehabSwift, a personalized brain-computer interface system. *PNAS Nexus*. 2024;3(7): 240.
12. Kern K, Vukelić M, Guggenberger R, Gharabaghi A. Oscillatory neurofeedback networks and poststroke rehabilitative potential in severely impaired stroke patients. *Neuroimage Clin*. 2023;37:103289.
13. Naros G, Gharabaghi A. Physiological and behavioral effects of  $\beta$ -tACS on brain self-regulation in chronic stroke. *Brain Stimul*. 2017;10(2):251–9.
14. Sanders ZB, Fleming MK, Smejka T, Marzolla MC, Zich C, Rieger SW, et al. Self-modulation of motor cortex activity after stroke: a randomized controlled trial. *Brain*. 2022;145(10):3391–404.
15. Carvalho R, Dias N, Cerqueira JJ. Brain-machine interface of upper limb recovery in stroke patients rehabilitation: A systematic review. *Physiother Res Int*. 2019;24(2):e1764.
16. Liu M, Ushiba J. Brain-machine Interface (BMI)-based Neurorehabilitation for Post-stroke Upper Limb Paralysis. *Keio J Med*. 2022 71(4):82–92.
17. Laffont I, Bakhti K, Coroian F, van Dokkum L, Mottet D, Schweighofer N, et al. Innovative technologies applied to sensorimotor rehabilitation after stroke. *Ann Phys Rehabil Med*. 2014;57(8):543–51.
18. Mohanty R, Sinha AM, Remsik AB, Dodd KC, Young BM, Jacobson T, et al. Early Findings on Functional Connectivity Correlates of Behavioral Outcomes of Brain-Computer Interface Stroke Rehabilitation Using Machine Learning. *Front Neurosci*. 2018;12:624.
19. Vourvopoulos A, Bermúdez I Badia S. Motor priming in virtual reality can augment motor-imagery training efficacy in restorative brain-computer interaction: a within-subject analysis. *J Neuroeng Rehabil*. 2016;13(1):69.
20. Bonini-Rocha AC, de Andrade ALS, Santos Pereira R dos, de Moraes AM, Matheus LBG, da Fonseca ST, et al. Biofeedback interventions for short term upper limb function following stroke: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Hand Therapy*. 2023;36(3):693–705.
21. Angerhöfer C, Colucci A, Vermehren M, Hömberg V, Soekadar SR. Post-stroke Rehabilitation of Severe Upper Limb Paresis in Germany - Toward Long-Term Treatment With Brain-Computer Interfaces. *Front Neurol*. 2021;12:772199.
22. Le Franc S, Herrera Altamira G, Guillen M, Butet S, Fleck S, Lécuyer A, et al. Toward an Adapted Neurofeedback for Post-stroke Motor Rehabilitation: State of the Art and Perspectives. *Front Hum Neurosci*. 2022 14;16.



# Effacité du dry needling chez une patiente atteinte de tendinopathie calcifiante de la coiffe des rotateurs – une étude de cas

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêt financier ou personnel en rapport avec cet article.

Article reçu le 28 août 2024, accepté 6 novembre 2024.

## Effectiveness of dry needling in a patient with calcific rotator cuff tendinopathy – A case study

(Abstract on page 270)

## Wirksamkeit des Dry Needling bei einer Patientin mit Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette – eine Fallstudie

(Zusammenfassung auf Seite 270)

César Natale<sup>1</sup>, Benjamin Hidalgo<sup>1,2</sup>

Mains Libres 2024; 4: 265-271 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.265

**MOTS CLÉS** tendinopathie calcifiante / douleur de la coiffe des rotateurs / thérapie par puncture sèche / calcification tendineuse / échographie

### RÉSUMÉ

**Contexte et objectif:** La tendinopathie de la coiffe des rotateurs est une affection courante souvent multifactorielle. La forme calcifiante, bien que souvent asymptomatique, peut causer des douleurs persistantes nécessitant une intervention. Cette étude de cas explore le potentiel d'application du dry needling intracalcification dans le traitement de la tendinopathie calcifiante.

**Approche clinique:** Le cas porte sur une patiente de 52 ans souffrant de douleurs à l'épaule depuis 12 mois, principalement en flexion, abduction et rotation interne, limitant son activité sportive. L'examen clinique a révélé des douleurs avec de légères limitations articulaires. Le diagnostic de tendinopathie calcifiante a été confirmé par imagerie. Le traitement a consisté en six séances au total de dry needling dans la calcification sous guidage échographique, associées à des mobilisations passives. Après six semaines, la patiente a constaté une réduction notable de la douleur et une amélioration fonctionnelle.

**Discussion:** Les résultats de ce cas sont encourageants, mais leur portée reste limitée en raison de l'absence de groupe contrôle et des difficultés de généralisation. Ils concordent en partie avec certaines études, bien que la littérature demeure prudente quant à l'efficacité de cette technique.

**Conclusion:** Cette étude de cas enrichit la compréhension du dry needling sous échographie dans les tendinopathies calcifiantes, mais souligne le besoin d'évaluations cliniques contrôlées pour mieux établir son efficacité et affiner ses modalités d'application.

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Motricité à UCLouvain, Louvain-La-Neuve, Belgique

<sup>2</sup> Département de Kinésithérapie, Secteur Santé, HE-Vinci, Bruxelles, Belgique

## CONTEXTE

La tendinopathie de la coiffe des rotateurs est une pathologie couramment rencontrée en pratique de kinésithérapie. Il existe une multitude de facteurs contribuant à cette pathologie<sup>(1)</sup>. Ils peuvent être d'origine extra-tendineuse (extrinsèque) ou d'origine intra-tendineuse (intrinsèque). Les facteurs extrinsèques les plus courants sont la (dys)fonction musculaire de la coiffe des rotateurs, l'hypomobilité thoracique et la dyskinésie scapulaire. Ces fondements font occasionnellement l'objet de débats parmi les experts. Les facteurs intrinsèques les plus communs sont les prédispositions génétiques, la vascularisation du tendon, la biologie tendineuse. Dans cette dernière catégorie se trouvent les pathologies calcifiantes du tendon de la coiffe. Les tendinopathies calcifiantes ne sont pas toujours accompagnées de symptômes<sup>(2)</sup>.

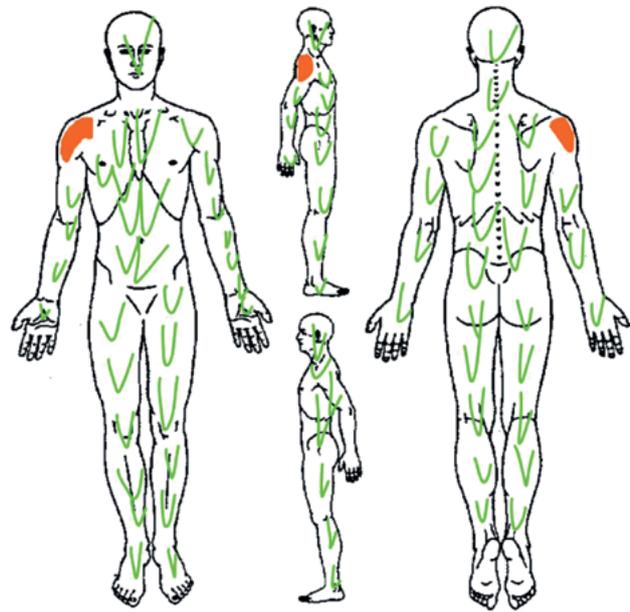
Certains auteurs rapportent chez les personnes saines entre 2,5 et 7,5 % d'occurrence, avec une prédominance de 70 % chez la femme<sup>(1)</sup>. Le supra-épineux est le tendon le plus couramment affecté (80%), suivi de l'infra-épineux (15%) et du subscapulaire (5%). La tendinopathie calcifiante est souvent de résolution spontanée et répond bien au traitement conservateur, notamment au traitement de kinésithérapie, ainsi qu'aux AINS et, dans les cas les plus graves, aux injections de corticostéroïdes<sup>(3)</sup>. Cependant dans certains cas il est nécessaire d'avoir recours à des lavages tendineux et parfois même des chirurgies de type plastie<sup>(4,5,6,7)</sup>. Ces dernières ne sont pas sans risques. En effet, selon une étude, l'incidence de capsulite rétractile après une chirurgie de ce type serait de 18% et serait due à l'irritation de la capsule par les débris calciques<sup>(6)</sup>. Un risque de blessure iatrogénique dû à la chirurgie est aussi à prendre en compte, ainsi que le risque lié aux anesthésies. Il existe donc une multitude d'options de traitement dont l'efficacité reste encore à prouver. Certaines études<sup>(9)</sup> ont exploré l'utilisation du dry needling pour fragmenter les calcifications et accélérer le processus de cicatrisation. Cependant, les résultats obtenus demeurent discutables et le nombre d'études disponibles est limité. À l'origine le dry needling consiste à insérer des aiguilles d'acupuncture dans des points myofasciaux afin de cibler les zones de tension musculaire. Cette technique déclenche une réponse neurophysiologique qui contribue à réduire la douleur, à améliorer la fonction, ainsi qu'à favoriser la circulation sanguine, la relaxation musculaire et la guérison des tissus.

## PATIENTE

Madame A.K., 52 ans, fonctionnaire dans un ministère, souffre de douleurs à l'épaule droite depuis 12 mois (Figure 1). Un premier diagnostic de calcification tendineuse a été posé en mars 2023 par un radiologue. À l'époque il lui a été conseillé de mettre son bras au repos et d'attendre que les douleurs disparaissent. L'intensité de ses douleurs avait seulement diminué sept mois plus tard, en novembre 2023 pour revenir en début d'année suivante, ce qui l'a forcée à prendre contact avec le service de kinésithérapie au début du mois de février 2024. Il s'agissait de la première intervention thérapeutique, y compris pharmacologique, pour cette pathologie chez cette patiente.

Figure 1

Localisation des douleurs



La patiente rapporte des douleurs dans les mouvements de flexion, abduction et rotation interne actifs et passifs. Elle ne présente que très peu de perte d'amplitude articulaire. Ses douleurs ne lui permettent plus de pratiquer son sport (cross-training), qu'elle pratiquait deux à trois fois par semaine en moyenne. Ses douleurs sont présentes dans la vie quotidienne (porter des charges au-dessus de la tête, se laver le dos, s'habiller, lever une charge lourde, se coucher sur le côté douloureux), mais, heureusement, ne la limitent pas dans ses activités sociales ni professionnelles, hormis le sport, ce qui lui a permis de continuer à travailler après le début de ses douleurs. La patiente ayant précisé qu'elle ne souhaitait pas débiter le traitement par des exercices, le dry needling est apparu comme une alternative appropriée, renforçant également l'originalité de l'approche thérapeutique étudiée. Les «blue flags» (facteurs psychosociaux liés au travail, comme l'isolement ou le manque de motivation pouvant freiner la rééducation ou le retour au travail), ne semblent pas être un facteur aggravant de la maladie, d'autant plus qu'elle travaille quatre jours par semaine en télétravail. Cependant, le fait d'être isolée de ses collègues lui pèse beaucoup sur le moral, et elle a pu observer ces derniers temps une diminution de sa motivation à travailler ainsi qu'un certain isolement sans ses collègues.

## CONSENTEMENT ÉCLAIRÉ

Madame A.K. a été informée non seulement des détails du traitement par dry needling, mais également de l'intention de publier son cas clinique. Elle a donné son consentement éclairé, à la fois pour le traitement et pour l'utilisation anonyme de ses données dans le cadre de cette étude.

## EXAMEN CLINIQUE

Les douleurs ne sont présentes qu'aux mouvements de flexion, abduction et rotation interne actifs et passifs.

En flexion, abduction et rotation interne passive, elles sont respectivement notées à 8/10, 4/10 et 3/10 sur l'échelle visuelle analogique de la douleur. En flexion, abduction et rotation interne active maximale, elles sont respectivement notées à 6/10, 4/10 et 3/10. Elle ne présente que très peu de perte d'amplitude articulaire, à savoir, une différence de 10° en rotation interne, 5° en abduction et 10° en flexion par rapport au côté sain, mesurées à l'aide d'un inclinomètre à bulle. La mobilisation active contre résistance est douloureuse mais

sans perte de force. Le lag sign est négatif. Les tests suivants excluent une douleur référée d'origine cervicale et thoracique:

- Le Spurling test et les « Upper limb neurodynamic tests » (ULNT) sont négatifs.
- Les mouvements cervicaux associés aux mouvements de l'épaule ne modifient pas les douleurs.
- Les mouvements passifs accessoires intervertébraux (PAIVMs) cervicaux et thoraciques ne sont pas douloureux.

Après l'anamnèse, les scores SPADI (Shoulder Pain and Disability Index)<sup>(10)</sup> (Figure 2 et 3) et DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)<sup>(11)</sup> de la patiente ont été recueillis. Le score SPADI évalue la douleur et les limitations fonctionnelles liées à des pathologies de l'épaule. Le DASH, quant à

Figure 2

### Interprétation des scores du SPADI pré-intervention

#### INTERPRETATION OF SCORES

Total pain score: 30 / 50 x 100 = % **60%**

(Note: If a person does not answer all questions divide by the total possible score, eg. if 1 question missed divide by 40)

Total disability score: 40 / 80 x 100 = % **60%**

(Note: If a person does not answer all questions divide by the total possible score, eg. if 1 question missed divide by 70)

Total Spadi score: 78 / 130 x 100 = % **60%**

(Note: If a person does not answer all questions divide by the total possible score, eg. if 1 question missed divide by 120)

The means of the two subscales are averaged to produce a total score ranging from 0 (best) to 100 (worst).

Minimum Detectable Change (90% confidence) = 13 points

(Change less than this may be attributable to measurement error)

Figure 3

### Score du SPADI pré-intervention

#### PAIN SCALE

How severe is your pain?

Circle the number that best describes your pain where: 0 = no pain and 10 = the worst pain imaginable.

At its worst?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
When lying on the involved side?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reaching for something on a high shelf?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Touching the back of your neck?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pushing with the involved arm?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### DISABILITY SCALE

How much difficulty do you have?

Circle the number that best describes your experience where: 0 = no difficulty and 10 = so difficult it requires help.

Washing your hair?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Washing your back?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Putting on an undershirt or jumper?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Putting on a shirt that buttons down the front?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Putting on your pants?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Placing an object on a high shelf?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Carrying a heavy object of 10 pounds (4.5 kg)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Removing something from your back pocket?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

lui, évalue les capacités fonctionnelles globales du membre supérieur (bras, épaule, et main), ainsi que l'impact de la douleur sur ces fonctions.

Le score SPADI est le suivant :

- Total douleur: 30/50 = 60 %
- Total incapacité: 48/80 = 60 %
- Score total SPADI: 60 %

Le score DASH de la patiente s'élève à: 46,7/100. La calcification a été repérée échographiquement par le kinésithérapeute et mesurée à 17,0 mm de diamètre, elle occupe la majeure partie du tendon du supra-épineux (Figure 4). D'après le modèle de Curtin, les douleurs observées ici sont de nature nociceptive mécanique.

Auparavant, elle craignait de ne pas retrouver son épaule comme avant, mais sa belle-sœur, médecin généraliste, lui a expliqué que l'évolution se ferait vers la disparition spontanée de la calcification et de la douleur.

**Figure 4**

Échographie pré-intervention



**Carré**: supra-épineux; **triangle**: calcification; **flèche**: humérus.

Aucun problème majeur n'a été relevé au niveau des facteurs cognitifs et affectifs. Cependant, comme mentionné précédemment, depuis qu'elle télétravaille, la patiente se plaint d'être plus isolée socialement qu'auparavant. Pour cette raison, la patiente a rempli l'échelle HAD (Hospital Anxiety and Depression Scale)<sup>(12)</sup>. Le score final pour l'anxiété est de 5 et pour la dépression de 3. Cela ne correspond pas à une symptomatologie de dépression et/ou d'anxiété. Aucune comorbidité n'a été relevée. La patiente fume occasionnellement. À ce jour, les évidences scientifiques sont claires concernant les effets négatifs du tabac sur le système musculosquelettique<sup>(13)</sup>. La patiente en a été avertie.

Le comportement fonctionnel de la patiente se caractérise par une approche plus serviable que provocatrice. En effet, elle continue à mener une vie normale, ayant seulement interrompu les activités sportives (cross-training) qui lui causaient des douleurs. Cette adaptation a contribué à réduire sa douleur plutôt qu'à l'aggraver, bien qu'elle ait également conduit à un certain déconditionnement physique.

Elle se sent désormais plus rapidement fatiguée et « moins en forme ». Il n'a pas été relevé non plus de troubles du contrôle moteur.

## OBJECTIFS

### Objectifs du kinésithérapeute

À court terme, l'objectif serait de réduire la douleur et d'améliorer la fonction; à moyen terme, de restaurer l'amplitude articulaire et la force musculaire pour faciliter la reprise des activités quotidiennes; à long terme, de permettre la reprise progressive du cross-training, de prévenir les récurrences et maintenir une bonne fonction de l'épaule grâce à des exercices à domicile.

### Objectifs/perspectives de la patiente

À court terme, l'objectif est de réduire la douleur et d'obtenir des informations claires sur le traitement, tandis qu'à moyen et long terme, il s'agit de reprendre pleinement les activités sportives et d'éviter la chirurgie. Un facteur majeur influençant la patiente est la recommandation de sa belle-sœur, médecin de profession en qui elle a pleinement confiance, qui lui a suggéré le dry needling comme une option potentiellement efficace pour traiter la calcification, influençant ainsi ses attentes envers ce traitement.

## INTERVENTION THÉRAPEUTIQUE

La patiente a été avertie des risques liés au dry needling à savoir des effets secondaires mineurs<sup>(14)</sup>:

- saignement (16 %)
- hématome (7,7 %)
- douleur pendant l'application et à court terme (5,9 %)
- un risque faible (<0,1 %) mais existant d'effets secondaires majeurs: infection, aggravation de symptômes sur le long terme.

Les séances ont eu lieu au cabinet de kinésithérapie une fois par semaine pendant six semaines et ont été effectuées sous contrôle échographique par le kinésithérapeute (formé à cette pratique).

## PROTOCOLE

Il s'agissait d'abord de désinfecter la zone à l'aide de lingettes désinfectantes à base d'alcool isopropylique à 70 %. Ensuite, un gel de conduction d'ultrason stérile était appliqué contre la peau et la calcification était repérée (patiente assise, main contre la poitrine pour dégager au maximum le supra-épineux) à l'aide de la sonde échographique. Une aiguille stérile d'acupuncture Accupro P20 0,30 X 40 mm était ensuite insérée jusqu'à entrer en contact avec la calcification. Celle-ci était ensuite égrugée avec un mouvement de va-et-vient pendant 3 minutes. Après le temps imparti, l'aiguille était jetée, la peau nettoyée avec la même solution alcoolique, puis le bras de la patiente était mobilisé en décubitus dorsal pendant 3 minutes en flexion-extension, 3 minutes en rotation interne-externe, et 3 minutes en abduction/adduction.

Les mobilisations étaient passives et jusqu'à l'amplitude maximale, en se limitant à une douleur inférieure à 4/10. La séance totale durait environ 20 à 25 minutes.

Madame A.K a ensuite reçu comme consigne de ne rien changer à ses habitudes pendant les six semaines de traitement. Elle a bien été informée qu'après la séance, il n'y avait aucune contre-indication au mouvement.

## SUIVI ET RÉSULTATS

Après la première intervention, la patiente rapporte des douleurs nocturnes mais dès le lendemain, elle dit « voir une belle amélioration ». L'examen clinique est reconduit à la septième semaine et rapporte :

- en flexion, abduction et RI passive totale, des douleurs notées à 2/10, 0/10, 1/10
- en flexion, ABD, RI active max, elles sont respectivement notées à 2/10, 2/10, 0/10
- une différence minime d'amplitude articulaire persiste à savoir: 8° en RI, 5° en ABD, 5° en flexion par rapport au côté sain.
- la calcification est mesurée à 16 mm de diamètre à l'échographie par apport à 17 mm au premier rendez-vous.
- SPADI
  - total douleur: 12/50 = 24%
  - total incapacité: 17/80 = 21,25%
  - score total SPADI: 22,30%
- Le score DASH s'élève à: 36/100 contre 46,7/100 avant l'intervention.

Le score SPADI (Figures 2 et 3) a donc diminué de 37,7 points, ce qui suggère une diminution cliniquement significative de la douleur et du handicap<sup>(15)</sup>. Le DASH a diminué de 10 points, ce qui est considéré comme une amélioration cliniquement significative de la fonction de l'épaule du bras et de la main<sup>(16)</sup>. Ces résultats indiquent donc une amélioration globale de la fonction et de la douleur chez la patiente après 6 semaines de traitement.

La patiente a ensuite reçu notre aval pour la reprise progressive du sport en raison de l'amélioration significative de ses symptômes, de la réduction de la douleur, et de l'amélioration fonctionnelle observées après les séances de dry needling. Elle a été référée auprès d'un collègue préparateur physique pour un travail de 12 semaines avant la reprise progressive du cross-training.

Le préparateur physique a prescrit à Madame A. K. six exercices destinés à améliorer la force, l'endurance, le recrutement neuromusculaire et la fonction des muscles de la coiffe des rotateurs<sup>(17)</sup>, à réaliser à domicile comme suit :

- 3-5 séances/ semaines
- 3 exercices par séances
- 3 × 15-20 répétitions par semaines

Avec 45 secondes de pause entre les exercices.

Il s'agissait de :

- extension du bras dans le plan frontal contre résistance (élastique)
- extension du bras dans le plan sagittal contre résistance (élastique)
- rotation interne en position RE1 contre résistance (élastique)
- rotation externe en position RE1 contre résistance (élastique)
- pompage debout contre un mur
- tirage horizontale contre résistance (élastique)

L'intensité des exercices a été progressivement augmentée chaque semaine afin de prévenir toute aggravation de l'état tissulaire du tendon<sup>(18)</sup>. Cependant, aucune réévaluation n'a été effectuée par la suite en raison d'une perte de suivi.

## DISCUSSION

La tendinopathie calcifiante de la coiffe des rotateurs, affectant principalement le tendon du muscle supra-épineux, est une pathologie complexe et courante dont l'évolution est souvent imprévisible. Si cette affection peut se résoudre spontanément, certains patients présentent des douleurs persistantes qui nécessitent une prise en charge thérapeutique. Les traitements traditionnels incluent la kinésithérapie, les AINS, les injections de corticostéroïdes et, dans certains cas, des interventions chirurgicales telles que la plastie ou le lavage tendineux. Cependant, selon la littérature, leur efficacité reste variable, et l'issue clinique est souvent difficile à prédire. Certaines études montrent que même avec ces traitements, la douleur et la perte fonctionnelle peuvent persister dans les cas chroniques de tendinopathie calcifiante, justifiant la recherche de nouvelles options thérapeutiques<sup>(3, 5, 8)</sup>.

Dans ce contexte, cette étude de cas explore l'utilisation du dry needling en intra-tendineux sous guidage échographique, une approche peu documentée pour ce type de tendinopathie, en particulier lorsqu'elle est réalisée par des kinésithérapeutes. La patiente de 52 ans, souffrant de douleurs persistantes à l'épaule droite depuis 12 mois, a reçu six séances au total de dry needling sous échographie, permettant de cibler précisément la calcification. À la fin du traitement, une amélioration notable de la douleur et de la fonction de l'épaule a été observée, avec une diminution significative des scores SPADI et DASH. Cependant, bien que ces résultats soient encourageants, ils doivent être interprétés avec prudence, car ils ne permettent pas de conclure de manière incontestable à l'efficacité du dry needling.

En effet, la littérature sur la tendinopathie calcifiante indique que la pathologie peut évoluer naturellement en différentes phases et que les calcifications peuvent se résorber sans intervention invasive. Cette tendance naturelle à la résolution spontanée pourrait expliquer en partie l'amélioration des symptômes observée chez la patiente, indépendamment de l'intervention<sup>(1, 3)</sup>. En l'absence de groupe contrôle ou de comparaison directe avec d'autres traitements, il est donc difficile de déterminer dans quelle mesure le dry needling a joué un rôle déterminant. Il est également possible que l'intervention ait suscité un effet placebo, comme cela est parfois observé dans les traitements invasifs de la douleur<sup>(14)</sup>.

Concernant les modalités de traitement, l'utilisation du guidage échographique a permis de placer l'aiguille avec précision au contact des calcifications, ce qui serait impossible sans imagerie. Cette précision peut en théorie améliorer l'effet du dry needling, comme le suggèrent certaines études où le guidage échographique a démontré un impact positif sur l'efficacité des interventions ciblées pour des affections similaires<sup>(4, 5, 7)</sup>. Il serait intéressant, dans des recherches futures, de comparer les effets du dry needling avec et sans échographie pour mieux évaluer l'impact de cette précision sur les résultats.

Enfin, il est essentiel de souligner que l'objectif de cette étude de cas n'est pas de démontrer l'efficacité du dry needling de manière généralisée, mais plutôt d'illustrer son application potentielle dans le contexte de la tendinopathie calcifiante. Bien que les résultats obtenus dans ce cas soient positifs, des études cliniques contrôlées seront nécessaires

pour confirmer l'efficacité de cette approche et pour déterminer les protocoles optimaux dans l'utilisation du dry needling sous guidage échographique. Les recherches futures devraient également explorer les effets à long terme sur la douleur, la fonction, et la prévention des récurrences.

## CONCLUSION

En conclusion, cette étude de cas contribue à enrichir la compréhension de l'utilisation du dry needling sous échographie dans les tendinopathies calcifiantes, mais elle appelle aussi à une évaluation plus approfondie dans un cadre clinique contrôlé pour mieux cerner l'efficacité et les modalités optimales de cette intervention.

### Contact

César Natale  
kinenatale@hotmail.com

## ABSTRACT

**Background and objective:** Rotator cuff tendinopathy is a common, often multifactorial, condition. The calcific form, although frequently asymptomatic, may cause persistent pain that requires intervention. This case study explores the potential application of intracalcific dry needling in treating calcific tendinopathy.

**Clinical approach:** The patient was a 52-year-old woman with 12 months of shoulder pain, primarily during flexion, abduction, and internal rotation, which limited her physical activity. Clinical examination revealed pain with a mild range of motion limitations. Calcific tendinopathy was confirmed by imaging. Treatment consisted of six weekly sessions of ultrasound-guided dry needling of the calcification, combined with passive mobilizations. After 6 weeks, the patient reported significant pain reduction and functional improvement.

**Discussion:** The results of this case are promising; however, their scope is limited owing to the absence of a control group and challenges in generalizing the findings. They are partially consistent with certain study findings; nevertheless, the literature remains cautious about the efficacy of this technique

**Conclusion:** This case study provides insight into the potential application of ultrasound-guided dry needling in calcific tendinopathy and underscores the need for controlled clinical evaluations to better establish its efficacy and refine its application methods.

### KEY WORDS

calcific tendinopathy / rotator-cuff related pain / dry needling therapy / ultrasound / tendon calcification

## ZUSAMMENFASSUNG

**Hintergrund und Ziel:** Tendinosis calcarea der Rotatorenmanschette (Kalkschulter) ist eine häufige, oft multifaktorielle Erkrankung. Diese Form der Tendinopathie ist zwar oft asymptomatisch, kann jedoch anhaltende Schmerzen verursachen, die eine Behandlung erfordern. In der vorliegenden Fallstudie wird das Anwendungspotenzial des Dry Needling bei der Behandlung einer Kalkschulter untersucht.

**Klinisches Vorgehen:** Der Fall betrifft eine 52-jährige Patientin mit seit zwölf Monaten bestehenden Schulterschmerzen, die hauptsächlich bei Flexion, Abduktion und Innenrotation auftreten und ihre sportliche Aktivität einschränken. Die klinische Untersuchung zeigte Schmerzen mit leichten Bewegungseinschränkungen. Der Verdacht einer Kalkschulter wurde bildgebend bestätigt. Die Behandlung umfasste sechs wöchentliche Sitzungen von ultraschallgeführtem Dry Needling in der Verkalkung, kombiniert mit passiven Mobilisierungen. Nach sechs Wochen berichtete die Patientin von einer deutlichen Schmerzlinderung und einer funktionellen Verbesserung.

**Diskussion:** Die Ergebnisse dieses Falls sind vielversprechend, jedoch aufgrund des fehlenden Kontrollgruppenvergleichs und der Schwierigkeiten bei der Generalisierbarkeit eingeschränkt. Sie stimmen teilweise mit anderen Studien überein, obwohl die Wirksamkeit dieser Technik in der Literatur weiterhin nur mit Vorsicht interpretiert wird.

**Schlussfolgerung:** Die vorliegende Fallstudie erweitert das Verständnis des ultraschallgeführten Dry Needling bei Tendinosis calcarea, betont jedoch die Notwendigkeit kontrollierter klinischer Studien, um die Wirksamkeit besser zu belegen und die Anwendungsmodalitäten zu verfeinern.

### SCHLÜSSELWÖRTER

Kalktendinopathie / Rotatorenmanschetten-Schmerzen / Dry-Needling-Therapie / Sehnenverkalkung / Ultraschall

## Références

- Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman ND, Michener LA. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: Intrinsic, extrinsic, or both? *Clin Biomech.* 2011;26(1):1-12.
- Speed CA, Hazleman BL. Calcific tendinitis of the shoulder. *N Engl J Med.* 1999;340(20):1582-4.
- Greis AC, Derrington SM, McAuliffe M. Evaluation and nonsurgical management of rotator cuff calcific tendinopathy. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(2):293-302.
- Bradley M, Bhamra MS, Robson MJ. US-guided aspiration of symptomatic supraspinatus calcific deposits. *Br J Radiol.* 1995;68(811):716-9.
- del Cura JL, Torre I, Zabala R, Legorburu A. Sonographically guided percutaneous needle lavage in calcific tendinitis of the shoulder: Short- and long-term results. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189(3).
- Farin PU, Räsänen H, Jaroma H, Harju A. Rotator cuff calcifications: Treatment with ultrasound-guided percutaneous needle aspiration and lavage. *Skeletal Radiol.* 1996;25(6):551-4.
- Serafini G, Sconfienza LM, Lacelli F, Silvestri E, Aliprandi A, Sardanelli F. Rotator cuff calcific tendonitis: Short-term and 10-year outcomes after two-needle US-guided percutaneous treatment—Nonrandomized controlled trial. *Radiology.* 2009;252(1):157-64.
- Jacobs R, Debeer P. Calcifying tendinitis of the rotator cuff: Functional outcome after arthroscopic treatment. *Acta Orthop Belg.* 2006;72(3):276-81.
- Song HS. The efficacy of repeated needling for calcific tendinitis of the rotator cuff. *Clin Shoulder Elbow.* 2021;24(2):53-4.
- Breckenridge JD, McAuley JH. Shoulder Pain and Disability Index (SPADI). *J Physiother.* 2011;57(3):197.
- McDermott A, Korner-Bitensky N, Lannin N. Disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH). Plumier G, editor. *Strokengine.* 2012 Jun 19.
- Zigmond AS, Snaith RP. The Hospital Anxiety and Depression Scale. *Acta Psychiatr Scand.* 1983;67:361-70.
- Al-Bashaireh AM, Haddad LG, Weaver M, Kelly DL, Chengguo X, Yoon S. The Effect of Tobacco Smoking on Musculoskeletal Health: A Systematic Review. *J Environ Public Health.* 2018;2018:4184190.
- Boyce D, Wempe H, Campbell C, Fuehne S, Zylstra E, Smith G, Wingard C, Jones R. Adverse events associated with therapeutic dry needling. *Int J Sports Phys Ther.* 2020;15(1):103-113.
- Meyer K, Sprott H, Mannion AF. Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the German version of the Pain Catastrophizing Scale. *J Psychosom Res.* 2008;64(5):469-78.
- Franchignoni F, Vercelli S, Giordano A, Sartorio F, Bravini E, Ferriero G. Minimal clinically important difference of the disabilities of the arm, shoulder and hand outcome measure (DASH) and its shortened version (QuickDASH). *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(1):30-9.
- Active Rehabilitation Physiotherapy South Brisbane. Rotator Cuff Exercises [Vidéo]. YouTube; 2015 Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=qmYnoCOG9EQ>
- Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, Hope D, Cook JL. Current trends in tendinopathy management. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019;33(1):122-40.



## La collection des idées

Retrouvez la collection  
Kraft en librairie ou sur  
[www.georg.ch](http://www.georg.ch)



Pour les  
patients  
chroniques  
ou complexes,  
un système  
de santé  
inadapté par  
Marc-André  
Raetzo

Médecin interne généraliste  
et co-fondateur de Réseau Delta



n°04

Santé  
numérique en  
Suisse:  
comment  
sortir de l'âge  
de pierre?  
par Alexis  
Zawodnik

Médecin,  
entrepreneur et expert  
en santé numérique



n°05

Au chevet de l'hôpital  
Réinventons  
les soins  
grâce à celles  
et ceux qui  
s'en plaignent  
par Béatrice  
Schaad

Spécialiste en santé  
publique et professeure titulaire  
à l'Institut des maladies  
métaboliques du Centre hospitalier  
universitaire vaudois et de  
l'Université de Lausanne



n°06

# Nouvelles de santé

Résumés par Yves Larequi

Mains Libres 2024; 4: 272-274 | DOI: 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.272

## Fractures isolées de la malléole externe: quand opérer

Amal Chidda, Angela Seidel (clinique de chirurgie orthopédique et traumatologie, Hôpital cantonal, 1752 Villars-dur-Glâne). Rev Med Suisse 2024; 20: 1624-7. DOI: 10.53738/REVMED.2024.20.886.1624

### Résumé

Les fractures de la cheville représentent 10% des fractures chez les adultes. Leur incidence est en augmentation, notamment en raison du vieillissement de la population. Les fractures malléolaires isolées en constituent les deux tiers.

Quatre types de fractures sont classiquement décrits en fonction de la position du pied lors du traumatisme:

- a) supination rotation externe
- b) pronation rotation externe
- c) pronation abduction
- d) Supination adduction

Les classifications les plus souvent utilisées dans les fractures de cheville sont celles anatomiques de Weber et de Lauge-Hansen.

### Classification de Weber

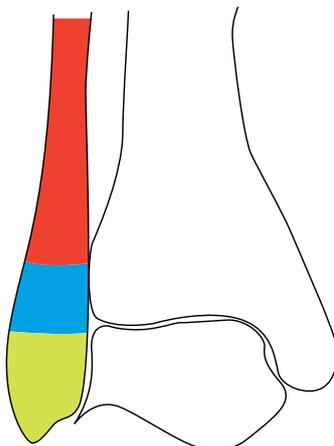
La classification de Weber se base sur le niveau de fracture de la malléole externe par rapport à la syndesmose (Figure 1).

#### Prise en charge des fractures Weber A

- Traitement essentiellement conservateur (immobilisation en charge avec une attelle de type Aircast pendant 6 semaines)

Figure 1

Classification de Weber



**Rouge:** Weber C; **bleu:** Weber B; **vert:** Weber A. (Reproduction avec l'aimable autorisation des auteures et de Médecine & Hygiène)

#### Prise en charge des fractures Weber B

- Tester la stabilité (ligament deltoïde)
- Examen complémentaire: Rx en charge à 7-14 jours. Éventuellement Rx en «gravity stress»
- Traitement chirurgical si la fracture est instable ou conservateur si la fracture est stable.

#### Prise en charge des fractures Weber C

- Les fracture Weber C sont associées dans 80% des cas à une lésion de la syndesmose et nécessitent un traitement chirurgical. Celui-ci consiste en une fixation de la malléole externe et si nécessaire de la syndesmose.

### Classification de Lauge Hansen

La classification de Lauge Hansen est basée sur les résultats de l'étude cadavérique que son auteur a menée.

#### Prise en charge

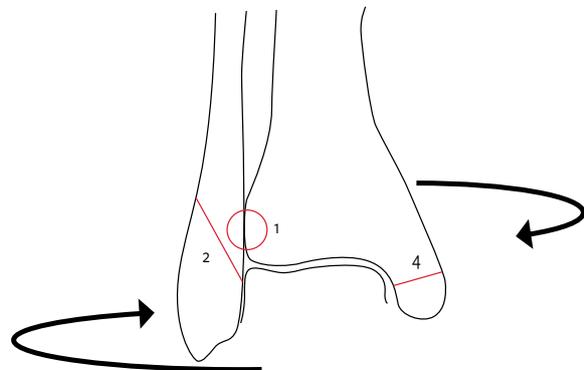
Comme pour les fractures de type Weber, le traitement des fractures de la malléole externe, selon la classification de Lauge Hansen (Figure 2), peut être conservateur ou chirurgical, selon la stabilité de la cheville. Pour tester la stabilité, une radiographie en charge est nécessaire. Si ce n'est pas possible le jour du traumatisme, un contrôle à 7 jours peut être organisé.

### Conclusion

Les fractures de la malléole externe sont fréquentes et leur incidence augmente. La chirurgie est requise seulement pour les fractures instables. Pour les fractures stables un traitement conservateur est indiqué. Le traitement conservateur consiste en une immobilisation dans une attelle ou un plâtre, en charge totale, en fonction des douleurs pour six semaines.

Figure 2

Classification de Lauge Hansen



Les flèches indiquent la direction de la force lors du traumatisme. **Stade I:** lésion de la syndesmose antérieure = lésion du ligament tibio-fibulaire antérieur. **Stade II:** fracture de la malléole externe de type Weber B spiraloïde antéro-inférieure à postéro-supérieure. **Stade III (non visible ici):** lésion de la syndesmose postérieure = fracture de la malléole postérieure ou lésion du ligament tibio-fibulaire postéro-inférieur. **Stade IV:** fracture de la malléole interne ou lésion du ligament deltoïde. (Reproduction avec l'aimable autorisation des auteures et de Médecine & Hygiène)

## Une seule suffit-elle ? L'efficacité d'une seule séance d'éducation thérapeutique et d'exercice comparée à plusieurs séances d'une intervention de physiothérapie multimodale pour des adultes souffrant de troubles de la colonne vertébrale dans un modèle de physiothérapie en pratique avancée de soins : un essai contrôlé randomisé

*Is One Enough? The Effectiveness of a Single Session of Education and Exercise Compared to Multiple Sessions of a Multimodal Physiotherapy Intervention for Adults With Spinal Disorders in an Advanced Practice Physiotherapy Model of Care: A Randomized Controlled Trial.* Simon LaFrance, Carlo Santaquida, Kadija Perreault, Brenna Bath, Luc J. Hébert, Debbie Feldman, Kednapa Thavorn, Julio Fernandes, François Desmeules. *Orthop Sports Phys Ther* 2024;54(10):634-646. Epub 9 September 2024. doi:10.2519/jospt.2024.12618

### Résumé

L'objectif de cet essai contrôlé pragmatique et randomisé était d'évaluer l'efficacité d'une séance unique d'éducation thérapeutique et d'exercices comparée à plusieurs séances d'une intervention de physiothérapie multimodale, pour des adultes souffrant de troubles de la colonne vertébrale, dans le cadre d'un modèle de soins de physiothérapie spécialisée dans les troubles de la colonne vertébrale.

### Méthodes

Les auteurs de cette étude canadienne ont randomisé, de manière aléatoire, des patients souffrant de douleurs vertébrales qui ont été orientés vers une consultation de chirurgie de la colonne vertébrale et triés comme cas non chirurgicaux par un physiothérapeute spécialisé en pratique avancée en deux groupes:

- a) Un groupe de 52 personnes participant à une séance unique d'éducation thérapeutique et de prescription d'un programme d'exercices
- b) Un groupe de 54 personnes participant à 6 séances de physiothérapie multimodale (ces séances comprenaient de la thérapie manuelle, du dry needling ou d'autres modalités physiques).

Les critères primaires d'évaluation étaient l'échelle de sévérité de la douleur (BPI-S) et l'échelle de douleur Brief Pain Inventory Interference (BPI-I). Les critères secondaires comprenaient les incapacités, la qualité de vie et la satisfaction des patients. Pour l'évaluation de ces critères secondaires, les auteurs ont utilisé différents questionnaires en fonction de la localisation et du type de trouble de la colonne vertébrale tels que le Neck Disability Index (NDI) pour la colonne cervicale,

l'indice d'incapacité d'Oswestry (ODI) pour les troubles liés à l'âge ou l'échelle Pain Catastrophizing Scale (PCS) pour l'évaluation de la catastrophisation liée à la douleur.

L'étude s'est déroulée sur 9 sites et a été réalisée par 11 physiothérapeutes. Les participants devaient avoir plus de 18 ans et ne pas faire l'objet d'un futur traitement chirurgical potentiel.

### Résultats

Pour ce qui concerne *la douleur*, les deux groupes (séance unique et séances multiples) ont montré une réduction significative de la douleur après l'intervention et il n'y avait pas de différence significative entre le groupe ayant reçu une seule session et celui ayant bénéficié de plusieurs séances en termes de réduction de la douleur à court terme.

Concernant *la fonction*, les participants des deux groupes ont montré des améliorations de la fonction physique. À court terme, une seule séance était aussi efficace que plusieurs pour améliorer la fonction physique chez les patients atteints de troubles modérés de la colonne vertébrale. Cependant, pour les participants avec des symptômes plus complexes ou chroniques, le groupe ayant reçu plusieurs sessions a montré des améliorations plus marquées à long terme.

Pour *la qualité de vie*, les deux groupes ont rapporté une amélioration de la qualité de vie, mais les gains étaient plus importants dans le groupe ayant reçu plusieurs séances, particulièrement à plus long terme ou chez des patients présentant également des troubles complexes ou chroniques.

Le niveau de *satisfaction* des patients à l'égard des soins était élevé dans les deux groupes, mais les patients du groupe «sessions multiples» ont rapporté une satisfaction légèrement plus élevée, surtout en ce qui concerne le soutien continu et le suivi.

Concernant *les coûts et l'efficacité des soins*, l'étude a révélé que, pour certains patients, une seule séance d'éducation thérapeutique et d'exercices pouvait offrir une solution efficace et économique, réduisant ainsi la nécessité de séances répétées sans compromettre les résultats à court terme. Cependant, pour les patients avec des troubles plus sévères ou complexes, des sessions multiples étaient plus bénéfiques, justifiant ainsi l'investissement de temps et de ressources supplémentaires pour obtenir de meilleurs résultats à long terme.

### Conclusion

Les résultats de cette étude ont montré que, pour les patients avec des troubles modérés de la colonne vertébrale, une seule séance d'éducation et d'exercices était aussi efficace que plusieurs séances, en termes de réduction de la douleur et d'amélioration de la fonction physique à court terme. A contrario, pour les patients présentant des troubles plus complexes ou des symptômes persistants ou chroniques, plusieurs séances sont plus efficaces pour améliorer la qualité de vie à long terme. Les auteurs soulignent l'importance de personnaliser les interventions en fonction des besoins individuels des patients, afin d'optimiser les résultats tout en contrôlant les coûts.

## L'intelligence artificielle en radiologie aux urgences : fiction ou réalité ?

Pauline Kapustin, David Eidenbenz, Vincent Darioli (Service de médecine interne et Service des urgences, Centre hospitalier universitaire vaudois, 1011 Lausanne). *Rev Med Suisse* 2024; 20: 1422-5. DOI: 10.53738/REVMED.2024.20.883.1422

### Résumé

L'intelligence artificielle (IA) est une technologie en plein développement dans notre société. Le domaine médical, en particulier la radiologie aux urgences, semble offrir un champ d'application intéressant, en raison du nombre croissant d'examen radiologiques et de la nécessité pour le clinicien d'obtenir une interprétation rapide et précise.

L'IA fonctionne principalement à partir de deux technologies informatiques: le machine learning et le deep learning. La première consiste en l'application d'un algorithme spécifique à un ensemble de données (par exemple, des images radiologiques) dans le but de les analyser et de les interpréter. Le deep learning est quant à lui un sous-domaine du machine learning qui génère lui-même ses propres algorithmes. Ce processus prend en considération une variété de données lors de l'analyse et se distingue par sa capacité à s'améliorer en intégrant les données précédemment examinées pour guider ses décisions à venir.

Chaque algorithme est utilisé pour une pathologie spécifique, telle que l'hémorragie intracérébrale (HIC), l'accident vasculaire cérébral ischémique, l'anévrisme intracérébral, l'embolie pulmonaire (EP), la fracture osseuse ou la dissection aortique.

Les bénéfices potentiels de l'IA sont nombreux, notamment sa capacité à fournir une aide diagnostique pertinente et fiable.

### Bénéfices, risques et limites

Les bénéfices potentiels de l'IA en radiologie aux urgences résideraient également dans sa capacité à fournir une analyse rapide et fiable.

Un des risques majeurs de l'IA est le biais d'automatisation. Il s'agit d'un biais cognitif pouvant se manifester chez des professionnels de santé qui accorderaient une confiance excessive aux résultats ou aux suggestions fournis par les systèmes d'IA, au détriment de leur propre interprétation.

Un autre enjeu concerne la fiabilité et la sécurité des algorithmes d'IA. Actuellement, il manque une validation systématique des performances des algorithmes d'IA sur des données indépendantes et diversifiées. Les algorithmes ne sont donc pas généralisables à toutes les populations.

La problématique de la responsabilité légale de l'IA soulève quant à elle des questions juridiques.

Les coûts associés à l'IA doivent être intégrés. Ils varient en fonction de plusieurs facteurs, tels que le type d'algorithme d'IA utilisé, leur complexité, leur capacité de traitement, le travail nécessaire à leur mise en œuvre, à la formation du personnel et à leur maintenance.

En pratique clinique, l'utilisation des algorithmes d'IA en radiologie suscite de la méfiance de la part des patients, même si de bonnes performances ont été démontrées et que les patients en avaient bien compris les enjeux.

### Conclusion

L'IA suscite un intérêt croissant dans le domaine médical et offre des perspectives intéressantes. Elle représente un outil d'aide à la décision, notamment dans le domaine de la radiologie aux urgences, offrant des opportunités d'amélioration des processus diagnostiques. Toutefois, l'implémentation des algorithmes d'IA dans la pratique clinique de routine ne peut se faire qu'en tenant compte des différents enjeux de fiabilité, de sécurité des données et de ressources financières, humaines et matérielles.

os+éo  
SWISS

# Lu pour vous

Claude Gaston et Yves Larequi



## Physiotherapy otherwise

**David A. NICHOLLS**  
Ed. Tuwhera Open Books,  
New Zealand, 2022  
ISBN 978-1-927184-91-2

Le livre de **David A. Nicholls** est une œuvre critique qui explore la conceptualisation et la pratique de la physiothérapie en dehors des cadres professionnels traditionnels. La plupart des gens sont tellement familiarisés avec la notion de profession qu'il serait difficile d'imaginer la vie sans elle. Pourtant, les professions que nous connaissons aujourd'hui sont une invention relativement récente. Bien que la physiothérapie n'ait pas atteint les niveaux extraordinaires de privilèges et de prestige dont jouit la médecine, elle compte encore trois quarts de million de praticiens respectés et appréciés dans le monde entier et constitue, à bien des égards, un modèle d'une profession de santé moderne.

Mais la physiothérapie est également confrontée à des défis inattendus et les appels à des réformes en profondeur sont désormais nombreux. Les soins de santé mondiaux sont de plain-pied au centre d'une révolution culturelle, économique, sociale et technologique et entrent dans une nouvelle ère post-professionnelle. La physiothérapie en sera profondément affectée dans les années à venir et, à ce jour, nous ne disposons que de très peu d'outils pour nous aider à naviguer dans ces mutations.

L'auteur apporte néanmoins une réflexion sur la manière dont la physiothérapie pourrait être repensée et réinventée à travers des perspectives sociales, culturelles et politiques, en s'éloignant de l'approche biomédicale conventionnelle. Il met également l'accent sur la notion de profession en tant que concept social qui évolue en fonction des modifications, qui s'accroissent dans le temps, de nos sociétés.

Les débuts de la physiothérapie ont fait l'objet de l'article « The end of physiotherapy » (Routledge, 2017) et « Physiotherapy otherwise » s'appuie sur ce travail qui a décrit un siècle de théorie sociale à la compréhension de la profession. « Physiotherapy otherwise » explore ce que sont les professions, ce qu'elles apportent à la société, ce qu'elles ont de positif et de négatif, et applique tout cela à la physiothérapie d'aujourd'hui.

Dans le chapitre « Physiothérapie en crise », D. Nicholls met en évidence les différentes crises qui affectent la profession de physiothérapeute, notamment les crises économiques, identitaires, politiques et cliniques. Il met en lumière les pressions exercées sur la profession et la nécessité d'en réformer

certains aspects pour assurer la pertinence et l'efficacité de la physiothérapie dans un contexte en constante évolution. Il appelle à une réflexion critique sur l'avenir de la profession et propose des pistes pour surmonter ces défis, notamment en repensant les modèles de soins, en utilisant les nouvelles technologies de manière réfléchie et en plaçant le bien-être des patients et des thérapeutes au centre des préoccupations.

Le chapitre « La physiothérapie autrement » du livre éponyme de D. Nicholls est probablement l'un des chapitres les plus importants, car il présente la thèse centrale du livre : sa relecture critique de la physiothérapie et ses propositions de pistes de transformation. Il suggère des changements dans la formation des physiothérapeutes en encourageant un apprentissage plus interdisciplinaire, notamment en matière de sociologie, et critique. Il appelle également à une refonte des modèles de soins pour intégrer davantage d'aspects psychosociaux, pour favoriser une approche plus holistique et inclusive.

« Physiotherapy otherwise » est certainement un ouvrage majeur pour tous ceux et celles, physiothérapeutes ou non, qui souhaitent se plonger sur le futur et le devenir de la physiothérapie et plus largement des professions de soins.



## Démence, maladie d'Alzheimer et syndromes apparentés

**Sous la direction de Gilles ALLALI et Giovanni B. FRISONI**  
RMS Edition, Collection l'Essentiel, 2024  
ISBN 978-288049-543-5

Qui n'a pas été confronté au moins une fois dans sa profession, dans son entourage, dans sa famille, à des personnes plus ou moins jeunes atteintes de troubles cognitifs ?

Ce livre au format de poche, très complet et très bien illustré, se divise en quatre chapitres bien distincts : le diagnostic, la physiopathologie des différentes formes de démences, les traitements de la démence, et le vivre avec.

Le diagnostic de l'évolution du vieillissement normal au pathologique est très bien expliqué et codifié par des tests neuropsychologiques complets, par l'imagerie (bien illustrée) et les analyses médicales diverses et précises. Ainsi les différentes démences sont cataloguées et classées.

La physiopathologie est analysée dans son ensemble en décrivant toutes les sortes de démences (Alzheimer, frontale, limbique, etc.) et leurs causes (vasculaires, AVC, médicamenteuses, génétiques, etc.), ainsi que les démences réversibles. C'est le principal chapitre et le plus important.

Les traitements médicamenteux, avec leurs effets actifs et secondaires, et les traitements non pharmacologiques, en particulier les facteurs de vie favorisant la protection du cerveau, forment le troisième chapitre.

Le vivre avec aborde les différentes prises en charge sociale selon l'échelle clinique de la démence: thérapies cognitives, proches-aidants et accompagnement de ceux-ci, lieux d'accueil, etc.

Ce livre ardu et complexe mais très complet se termine par le regard des deux co-directeurs de ce livre (dont les chapitres et sous-chapitres ont été écrits par des experts dans

les domaines concernés). Des perspectives médicamenteuses s'ouvrent en attente de découverte de biomarqueurs spécifiques. Les principes actifs ont malheureusement souvent des effets secondaires importants mais la recherche avance. Cependant, seules une détection précoce de la maladie et une évaluation par un médecin spécialiste dans un Centre Mémoire peuvent permettre une prise en charge rapide. La complexité de ce livre s'explique par l'intérêt de faire le point sur l'état actuel des connaissances en neurosciences, neurobiologie, pharmacologie, et technologies.

**Les auteurs.** *Gilles Allali* est professeur ordinaire à l'Université de Lausanne et directeur du Centre Leenaards de la mémoire du Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV). *Giovanni B. Frisoni* est professeur ordinaire en neurosciences cliniques à la Faculté de médecine de l'Université de Genève (UNIGE) et directeur du Centre de la mémoire des Hôpitaux Universitaires de Genève (HUG).

QUAND LA SCIENCE S'AMUSE

## Les Prix Ig Nobel 2024

<https://improbable.com/ig/winners/>

The **Ig Nobel Prizes** honor research that first make people **laugh**, and then make them **think**



La science continue de s'amuser année après année. Le mois d'octobre est traditionnellement la période de l'attribution des prix Nobel, mais auparavant, le 19 septembre 2024, s'est tenue la non moins traditionnelle cérémonie de remise des prix *Ig Nobels* 2024.

Cette cérémonie est un rendez-vous pour le moins divertissant et loufoque! Cette 34<sup>e</sup> remise de prix a été entrecoupée de lancers d'avions en papier, ou encore par une mini compétition d'opéra sur le thème de la loi de Murphy (« *La probabilité que quelque chose arrive est inversement proportionnelle à sa désirabilité* »), où tous les candidats et candidates ont été déclarés perdants.

Pourtant, le clou de la soirée a été la remise des Ig Nobel aux scientifiques primés pour leurs recherches « *qui font sourire puis réfléchir* ».

Rappelons que les Ig (pour ignoble) Nobel sont des prix parodiques, attribués depuis 1991, à des chercheurs pour leurs travaux scientifiques tout-à-fait sérieux, qui peuvent

paraître loufoques ou improbables au premier abord, mais qui peuvent susciter une réflexion.

La cérémonie de remise des Ig Nobel a été créée par Marc Abrahams, mathématicien américain, éditeur et cofondateur du magazine scientifique humoristique *Annals of Improbable Research* (AIR).

### LES PRIX DÉCERNÉS EN 2024

#### La paix des pigeons

**Prix de la paix:** Ce prix a été décerné à titre posthume, et sans doute de façon encore plus sarcastique que d'habitude, à B. F. Skinner, pour un travail originellement publié dans *American Psychologist* en 1960. Il s'agissait d'expérimenter l'idée consistant à guider des missiles en vol en utilisant des pigeons, qui auraient été logés à l'intérieur de ces missiles. Un concept jamais mis en pratique et exhumé par le jury du Ig Nobel. Le prix a été remis à la fille de Skinner, Julie Skinner Vargas, qui a pris la chose avec humour: « *Je suis heureuse que la contribution de mon père à la science soit relevée à sa juste mesure* ». Penseur du behaviorisme, (« théorie qui limite la psychologie à l'étude du comportement »), Skinner était un éminent psychologue du XX<sup>e</sup> siècle.

**Référence:** « Pigeons in a Pelican », B.F. Skinner, *American Psychologist*, vol. 15, n° 1, 1960, pp. 28-37. <[psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0045345](https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0045345)>

#### Couper les cheveux en quatre

**Prix d'anatomie:** Cocorico, la France est co-lauréate de ce prix, avec le Chili. Les pays des deux hémisphères ont été les lieux d'observations de Marjolaine Willems (hôpital universitaire de Montpellier), Roman Hossein Khonsari (Service de chirurgie maxillo-faciale et chirurgie plastique, Hôpital Necker, Paris) et leurs collègues. Ils ont voulu vérifier si les cheveux des personnes de l'hémisphère Nord s'enroulent dans le même sens que dans l'hémisphère Sud. Selon leurs observations, les cheveux semblent s'enrouler plus souvent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans

l'hémisphère Sud, probablement pour des raisons génétiques. L'un des signataires a reconnu avec humour que son étude manque de pertinence, mais a dit être « convaincu que le décryptage des formes dans la nature peut nous faire découvrir des mécanismes fondamentaux. »

**Référence:** « Genetic Determinism and Hemispheric Influence in Hair Whorl Formation », Marjolaine Willems, Quentin Hennocq, Sara Tunon de Lara, Nicolas Kogane, Vincent Fleury, Romy Rayssiguier, Juan José Cortés Santander, Roberto Requena, Julien Stirnemann, and Roman Hossein Khonsari, *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, vol. 125, n° 2, avril 2024, article 101664. <doi.org/10.1016/j.jomas.2023.101664>

### Quand ça fait mal ça fait du bien

**Prix de médecine:** La Suisse a aussi eu son heure de gloire. Lieven A. Schenk (chercheur suisse au Centre médical universitaire de Hambourg-Eppendorf, en Allemagne) et son équipe ont étudié l'effet des placebos douloureux. Leur recherche montre que si un placebo est perçu comme douloureux (par exemple, une piqûre), il peut avoir un effet thérapeutique plus fort. L'expérience de la douleur semble donc renforcer l'efficacité psychologique du placebo, ce qui pourrait offrir des pistes pour mieux comprendre la relation entre douleur et guérison.

**Référence:** « How Side Effects Can Improve Treatment Efficacy: A Randomized Trial », Lieven A. Schenk, Tahmine Fadaï, and Christian Büchel, *Brain*, vol. 147, n° 8, août 2024, pp. 2643-2651. <doi.org/10.1093/brain/awae132>

**Voir aussi:** <https://www.rts.ch/info/dialogue/2024/article/prix-ig-nobel-ajouter-des-effets-secondaires-aux-placebos-pour-les-rendre-plus-efficaces-28641128.html>

### Respirer par l'anus

**Prix de physiologie:** Il a été décerné au japonais Ryo Okabe et son équipe. Ils ont découvert que certains mammifères peuvent respirer par l'anus dans des situations extrêmes. Ainsi, les rongeurs et les porcs peuvent utiliser un système de ventilation intra rectale, appelé EVA (Enteral Ventilation via Anus). « Ce procédé améliore la survie et les niveaux d'oxygène dans des modèles précliniques de défaillance respiratoire, ouvrant la possibilité d'utiliser l'intestin comme organe respiratoire dans les soins intensifs lorsque la ventilation mécanique est insuffisante », peut-on lire dans la revue originale.

**Référence:** « Mammalian Enteral Ventilation Ameliorates Respiratory Failure », Ryo Okabe, Toyofumi F. Chen-Yoshikawa, Yosuke Yoneyama, Yuhei Yokoyama, Satona Tanaka, Akihiko Yoshizawa, Wendy L. Thompson, Gokul Kannan, Eiji Kobayashi, Hiroshi Date, and Takanori Takebe, *Med*, vol. 2, June 11, 2021, pp. 1-11. <doi.org/10.1016/j.medj.2021.04.004>

### Poisson mort ou pas mort ?

**Prix de physique:** Le chercheur américain James C. Liao a démontré et expliqué les capacités de nage stationnaire sans activité musculaire dans une eau tourbillonnante. A ce propos, il a notamment co-signé l'article scientifique « Passive propulsion in vortex wakes » (2006) dans le *Journal of Fluid Mechanics*, où il est écrit qu'un « poisson stationnaire est propulsé vers l'amont lorsque son corps flexible résonne

avec les tourbillons générés par un cylindre, même s'il est en dehors de la zone de succion du cylindre. Dans ce mode de propulsion passive, le poisson extrait suffisamment d'énergie des tourbillons pour générer une poussée et compenser sa propre traînée (...). Ces résultats prouvent qu'un corps peut se déplacer en amont sans dépenser d'énergie propre ».

**Référence:** « Neuromuscular Control of Trout Swimming in a Vortex Street: Implications for Energy Economy During the Kármán Gait », James C. Liao, *The Journal of Experimental Biology*, vol. 207, 2004, pp. 3495-3506. <doi.org/10.1242/jeb.01125>

### Vraie ou fausse, cette plante ?

**Prix de botanique:** Jacob White (chercheur américain) et Felipe Yamashita (chercheur à l'Université de Bonn) ont découvert que *La Boquila trifoliolata*, une plante d'Amérique du Sud, peut imiter l'apparence des feuilles d'une plante artificielle placée à proximité. Ce phénomène a intrigué les scientifiques, qui se sont demandé comment la plante peut « voir » et reproduire la forme et la texture d'une plante artificielle. Et à quoi cela peut-il bien lui servir ? À suivre !

**Référence:** « Boquila trifoliolata Mimics Leaves of an Artificial Plastic Host Plant », Jacob White and Felipe Yamashita, *Plant Signaling and Behavior*, vol. 17, n° 1, 2022. <doi.org/10.1080/002F15592324.2021.1977530>

### Pile ou face ?

**Prix de probabilité:** Une équipe de chercheurs européens des Pays-Bas, de Suisse, de Belgique, de France, d'Allemagne, de Hongrie et de République Tchèque avait assurément beaucoup de patience : ils ont réalisé 350 757 lancers de pièces de monnaie pour montrer que celles-ci ont tendance à retomber du même côté que leur position de départ. Pour cette étude, 48 personnes, la plupart étudiantes, ont lancé des pièces de 44 devises différentes.

**Référence:** « Fair Coins Tend to Land on the Same Side They Started: Evidence from 350,757 Flips », František Bartoš *et al.*, arXiv 2310.04153, 2023. <doi.org/10.48550/arXiv.2310.04153>

### Des vers ivres

**Prix de chimie:** On ignore ce qui a incité une équipe de scientifiques néerlandais et français à examiner la chose. Elle a utilisé la chromatographie, une technique servant habituellement à séparer les composants chimiques d'un mélange, pour séparer des vers vivants (*Tubifex tubifex*). Ces vers servaient de modèles de polymères, et étaient plus ou moins actifs. Il faut dire que certains étaient saouls (imbibés d'éthanol) et d'autres non ! On ne s'étonnera guère que les vers saouls aient eu beaucoup plus de difficulté à migrer que les autres vers.

**Référence:** « Chromatographic Separation of Active Polymer-Like Worm Mixtures by Contour Length and Activity », Tess Heeremans, Antoine Deblais, Daniel Bonn, and Sander Woutersen, *Science Advances*, vol. 8, n° 23, 2022, article eabj7918. <doi.org/10.1126/sciadv.abj7918>

# AGENDA

Manifestations, cours, congrès en Suisse romande entre janvier et fin mars 2025

## JANVIER 2025

### Blood flow restriction concepts physiologiques et modalités pratiques

**Date:** samedi 18 janvier 2025

**Intervenant:** Florian FORELLI

**Lieu:** World Archery Excellence Centre, Lausanne

**Organisation:** Physiovaud

**Inscriptions, informations:** [https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud\\_formation-continue\\_programme\\_2025.pdf](https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud_formation-continue_programme_2025.pdf)

### Réadaptation du patient déconditionné au domicile et au cabinet

**Date:** 17 et 18 janvier 2025

**Intervenant:** Michel LAMOTTE

**Lieu:** HEdS-Genève, site des Caroubiers

**Organisation:** Physiogenève

**Inscriptions, informations:** <https://www.hesge.ch/visions/readaptation-du-patient-deconditionne-au-domicile-au-cabinet>

### Explorer le stress et approfondir la relation à soi et à l'autre

**Dates:** jeudi 30 janvier 2025 et jeudi 27 mars 2025 (formation sur 2 journées)

**Intervenante:** Sabrina ALBERTI

**Lieu:** World Archery Excellence Centre, Lausanne

**Organisation:** Physiovaud

**Inscriptions, informations:** [https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud\\_formation-continue\\_programme\\_2025.pdf](https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud_formation-continue_programme_2025.pdf)

### Prise en charge de la hanche douloureuse, micro-instabilité, conflit, PTH et pubalgie: du diagnostic différentiel au retour à l'activité

**Dates:** vendredi 31 janvier et samedi 1<sup>er</sup> février 2025

**Intervenant:** Guillaume SERVANT

**Lieu:** MotionLab, Lausanne

**Organisation:** physiovaud

**Inscriptions, informations:** [https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud\\_formation-continue\\_programme\\_2025.pdf](https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud_formation-continue_programme_2025.pdf)

## FEVRIER 2025

### « Chutera... chutera pas... »

**Date:** 7 et 8 février 2025

**Intervenants:** Ann MULHAUSER-WALLIN, Andréa TROMBETTI, Simone GAFNER, Nadège ALLAKI

**Lieu:** HEdS-Genève, site des Caroubiers

**Organisation:** Physiogenève

**Inscriptions, informations:** <https://www.hesge.ch/visions/chuterachutera-pas>

### Syndrome d'hyperventilation chronique (adulte)

**Dates:** samedi 8 février 2025

**Intervenante:** Stéphanie VAUDAN

**Lieu:** World Archery Excellence Centre, Lausanne

**Organisation:** physiovaud

**Inscriptions, informations:** [https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud\\_formation-continue\\_programme\\_2025.pdf](https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud_formation-continue_programme_2025.pdf)

### Instabilité gléno-humérale

**Date:** 7 et 8 février 2025

**Intervenants:** Antoine SEUROT et Alexandre LÄDERMANN

**Lieu:** HEdS-Genève, site des Caroubiers

**Organisation:** Physiogenève

**Inscriptions, informations:** <https://www.hesge.ch/visions/instabilite-gleno-humerale>

MARS 2024

## Qi Gong et postures

**Date:** vendredi 7 et samedi 8 mars 2025

**Intervenant:** Denis MAILLARD

**Lieu:** World Archery Excellence Centre, Lausanne

**Organisation:** Physiovaud

**Inscriptions, informations:** [https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud\\_formation-continue\\_programme\\_2025.pdf](https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud_formation-continue_programme_2025.pdf)

## Le concept Mulligan

**Date:** 13, 14 et 15 mars et 15, 16 et 17 mai 2025

**Intervenant:** Claus BEYERLEIN

**Lieu:** HEDS-Genève, Site des Caroubiers

**Organisation:** Physiogenève

**Inscriptions, informations:** <https://www.hesge.ch/visions/concept-mulligan>

## Sports and pelvic floor platform (santé pelvienne en physiothérapie du sport)

**Date:** samedi 15 mars 2025

**Intervenante:** Biljana KENNAWAY

**Lieu:** World Archery Excellence Centre, Lausanne

**Organisation:** Physiovaud

**Inscriptions, informations:** [https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud\\_formation-continue\\_programme\\_2025.pdf](https://physioswiss.ch/vd/wp-content/uploads/sites/16/physiovaud_formation-continue_programme_2025.pdf)

## Premiers secours «BLS-AED-SRC Complet» (Generic Provider)

**Date:** 29 mars 2025 (matin ou après-midi)

**Intervenant:** Instructeur BLS-AED de SWISS ViTa Form

**Lieu:** HETSL, Lausanne

**Organisation:** Association Suisse des Physiothérapeute Indépendants (ASPI)

**Inscriptions, informations:** <https://aspi-svfp.ch/formation-continue/>

# ERGOFIT

# VECTOR



## Entraînement de fitness médical

Moderne | Simple | Solide | Précis | Stylé

DÈS  
MAINTENANT  
AUSSI EN  
SUISSE!

Scanner pour plus!



ERGOFIT® est une marque de

**PHYSIOMED GROUP**

Site d'exploitation de Steckborn  
Seestrasse 161 | 8266 Steckborn  
Téléphone +41 52 762 13 00  
[www.proxomed.ch](http://www.proxomed.ch)

TRIBUNE LIBRE\*

## « I have a dream ! »<sup>(1)</sup>

**Yves Larequi**

Physiothérapeute-ostéopathe à la retraite, co-fondateur et ancien rédacteur en chef de *Mains Libres*, Crans-Montana

*Mains Libres* 2024 ; 4 : 280 | DOI : 10.55498/MAINSLIBRES.2024.12.4.280

Vingt ans après le fameux « I have a dream » de Martin Luther King en 1963<sup>(1)</sup>, trois physiothérapeutes récemment diplômés de l'école de physiothérapie de Genève ont créé un petit journal intitulé le *Bulletin d'Anciens Etudiants en Physiothérapie* (B.A.E.P.). Dès notre entrée dans le monde du travail en physiothérapie, Klaus Brede, Michel Gauthier et moi-même avons pris conscience qu'après 3 ans d'étude nous avions d'importantes lacunes tant pratiques que théorique et que mettre des patients dans nos mains (pas encore libres) n'était pas très responsable. Dès ce moment nous avons fait le rêve que notre future vie de professionnel de santé serait faite de questionnements, de doutes, d'erreurs, d'errances et que nous devrions perpétuellement nous remettre en question, nous informer et continuer de nous former inlassablement.

La suite, vous la connaissez. D'une publication de quelques exemplaires, quasi confidentiels, 8 numéros par ans, le B.A.E.P. a évolué, suscité l'intérêt d'autres collègues pour devenir la *Revue Romande de Physiothérapie*, puis dès 2004 *Mains Libres* (ML). Dès 2015, notre rêve, continuellement renouvelé, nous montrait de plus en plus clairement que notre profession médico technique devait devenir factuelle et se baser sur des évidences scientifiques. Une nouvelle équipe de rédaction constituée de chercheurs physiothérapeutes et ostéopathes a contribué à cette importante évolution vers un journal scientifique, celui que vous tenez entre vos mains aujourd'hui.

Après 42 ans à la tête de cette entreprise insensée, Peter<sup>(2)</sup> m'a rattrapé et même largement dépassé et il est temps maintenant de passer le témoin à d'autres personnes bien plus compétentes et ayant la motivation de perpétuer, développer et faire évoluer le travail initié par les vieux dinosaures.

De nouvelles idées, de nouveaux projets ont germé dans leurs cerveaux déjà « contaminés » par la philosophie de *Mains Libres* (voir la rubrique « Regards tourné vers l'avenir » dans les quatre numéros 2024 de ML). Ainsi, dès 2025, ML sera publié en open access, une plateforme de communication en ligne réunissant chercheurs, formateurs et cliniciens sera mise en place afin de poursuivre le rêve. L'institutionnalisation (acquisition de ML par la HES-SO), la participation des associations professionnelles romandes de physiothérapie et d'ostéopathie, la professionnalisation des processus d'édition grâce aux éditions Médecine & Hygiène, ainsi qu'une nouvelle visibilité assurent une base solide et une viabilité sur le long terme à *Mains Libres*.

Pourtant, au crépuscule de ma vie, je fais encore régulièrement des rêves concernant le futur notre belle profession et notre système de santé :

- Une nouvelle responsabilité des physiothérapeutes; adieu à l'inutile prescription du médecin;
- Une responsabilisation de la population vis-à-vis de sa santé; la santé ne devrait pas être considérée comme une valeur marchande;
- L'avènement de l'accès direct des patients à la physiothérapie; adieu à l'intolérable diktat des caisses maladie et bonjour les pratiques avancées;
- L'acceptation de l'interprofessionnalisation; bonjour la connaissance et la collaboration avec d'autres professions de santé, voire d'autres domaines (sciences sociales);
- Une formation de type Master, puis Doctorat en physiothérapie;
- Un système de santé plus juste, plus transparent, plus solidaire;
- À l'instar de l'adage des pollueurs payeurs, le système de santé devrait être financé par ce même principe: les pourvoyeurs de maladies payeurs...

Je peux continuer de rêver, mais je suis persuadé que les utopies sont les vérités de demain et je suis très heureux de passer le témoin à Claude Pichonnaz, et Pierre Nicolo, rédacteur en chef et respectivement rédacteur en chef adjoint qui sauront certainement donner réalité à mes rêves. Bonne chance à eux et toute l'équipe qui va les entourer!

Mes remerciements et ma gratitude vont aussi aux rédacteurs qui m'ont accompagné durant ces 42 années: Klaus Brede, Michel Gauthier, Pascal Giacobino, Stéphane Simons, Gaëlle Jungo, Pierre Besson (dit « Le Baron ») et Jean Touati (dit « Le Maure »).

### Références

1. En référence au discours de Martin Luther King le 28 août 1963 à Washington; I have a dream; [https://fr.wikipedia.org/wiki/I\\_have\\_a\\_dream](https://fr.wikipedia.org/wiki/I_have_a_dream)
2. En référence au Principe de Peter; [https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe\\_de\\_Peter](https://fr.wikipedia.org/wiki/Principe_de_Peter)

\* Les articles publiés dans cette rubrique n'engagent pas la rédaction de *Mains Libres*, mais seulement leurs auteurs.

# Biostrength.™

## Superior results, faster.

### ENGAGEMENT ET MOTIVATION

Biofeedback et intelligence artificielle pour une assistance en temps réel



### ACTIVATION NEUROMUSCULAIRE

Activation neuromusculaire accrue

### BIODRIVE SYSTEM

BREVETÉ



### AMPLITUDE DE MOUVEMENTS PERSONNALISÉE

Amplitude de mouvement (ROM) et vitesse adaptées



### POSTURE CORRECTE

Réglage automatique de la posture



### CHARGE DE TRAVAIL OPTIMALE

Contraction musculaire maximale

Biostrength™ vous aide à éviter les erreurs les plus courantes en matière de musculation pour obtenir jusqu'à 30 % de résultats supplémentaires de votre entraînement. Grâce au système breveté Biodrive, vous pouvez facilement et automatiquement :

- Sélectionner l'objectif et obtenir les meilleures résistances et le biofeedback correspondant
- Vous entraîner avec la bonne charge de travail
- Trouver la bonne amplitude de mouvement
- Définir le bon rythme et le bon nombre de répétitions
- Obtenir le bon temps de repos

Découvrez plus sur [technogym.com/MainsLibres](https://technogym.com/MainsLibres)

**TECHNOGYM**®

# PRODUITS DE MASSAGE MEDiDOR

**MEDiDOR a développé une gamme spécialement dédiée à une utilisation professionnelle et quotidienne dans les cabinets. Les formules de haute qualité de nos produits se caractérisent par leur bonne tolérance, leur texture et leur efficacité.**

Découvrez plus de 70 produits différents:

- huiles de massage, lotions et crèmes;
- produits neutres ou parfumés à l'orange, à la lavande, à la camomille, au citron vert, et bien d'autres encore;
- différents formats: de 250 ml à 10l.

Notre best-seller: l'huile de massage MEDiDOR parfumée à l'orange. Outre son effet apaisant, l'huile d'orange agit positivement sur l'humeur et procure, grâce à son parfum frais et fruité, une sensation de bien-être particulièrement agréable lors du massage. Nos huiles ne contiennent ni colorants ni conservateurs et pénètrent lentement, pour un massage longue durée. De plus, elles sont particulièrement douces pour la peau.



**MEDiDOR.CH**

Votre fournisseur complet pour la thérapie, la santé et le mouvement  
MEDiDOR AG | Lenzburgerstrasse 2 | 5702 Niederlenz | Tél. +41 44 739 88 11 | mail@medidor.ch