



## Aide à la réadaptation à domicile: le projet RehabCoach

Suva Medical

RehabCoach est une plateforme dédiée à la réadaptation non supervisée. Grâce à la combinaison de robots portatifs et de systèmes d'intelligence artificielle, RehabCoach complète les modèles de réadaptation et améliore les soins de lésions neurologiques ou dues à un accident.

## Auteurs

Prof. Dr. Olivier Lambercy, Rehabilitation Engineering Laboratory, EPF Zurich

Dr. Giada Devittori, Rehabilitation Engineering Laboratory, EPF Zurich

Alexandra Retevoi, Rehabilitation Engineering Laboratory, EPF Zurich

Dr. Oliver Stoller, RESC, EPF Zurich

## Introduction

Les atteintes des membres supérieurs sont une conséquence fréquente de lésions neurologiques ou dues à un accident, et nuisent à la qualité de vie des personnes concernées. La hausse de l'incidence de ces lésions à travers le monde [1] fait augmenter les besoins en mesures de réadaptation efficaces. La physiothérapie aide à rétablir la fonction, la force et la mobilité, et permet aux patientes et aux patients de regagner en autonomie au quotidien. Mais pour garantir une efficacité optimale des mesures de réadaptation, la dose et le moment de la thérapie sont décisifs. [2] [3] [4] Des recherches montrent qu'une augmentation de la dose thérapeutique après une lésion neurologique offre de meilleurs résultats et peut donc améliorer la qualité de vie même longtemps après la survenue de la lésion. [5] Cela dit, la demande croissante en thérapies fait qu'il est difficile d'augmenter la dose thérapeutique. L'accès à des installations de grande qualité et à du personnel médical formé n'est pas toujours évident et les coûts sont considérables. Même si les patientes et patients ont la possibilité de se rendre dans une clinique de réadaptation, il leur est souvent difficile de maintenir la quantité nécessaire d'activité physique pour conserver le bénéfice des progrès réalisés en clinique dès qu'ils quittent cet environnement structuré et qu'ils ne sont plus supervisés directement par un-e thérapeute. La présence de personnel médical offre non seulement une guidance physique, mais aussi un soutien en termes de motivation qui est un élément essentiel de la réadaptation. Sans ce soutien, beaucoup de personnes ont du mal à respecter un plan de réadaptation chez elles, ce qui peut entraîner des résultats non optimaux.

Des solutions nouvelles capables de soutenir une réadaptation de grande qualité tout au long de la chaîne de soins [6], c'est-à-dire de la clinique jusqu'au domicile, sont donc impérativement nécessaires. On a notamment l'opportunité de repenser le modèle de réadaptation traditionnel en clinique, qui est très fortement dépendant de ressources telles que des thérapeutes pour les traitements individuels et qui coûte extrêmement cher.

Pour répondre à cela, divers outils numériques ont été développés afin de promouvoir la réadaptation non supervisée, comme par exemple la réalité virtuelle (RV) [7] ou les moteurs de jeu [8]. Ces outils sont censés étendre la portée de la thérapie au-delà de la clinique, en mettant à la disposition des patientes et patients des ressources qu'ils peuvent utiliser confortablement chez eux. La réadaptation peut ainsi être poursuivie tout en réduisant la pression sur les ressources du système de santé.

Selon cette approche, nous avons développé ces dernières années un concept pour une thérapie des membres supérieurs assistée par robot, qui permet et encourage une thérapie non supervisée. [9] [10] Ce concept est basé sur l'idée que les patientes et patients peuvent apprendre à interagir avec une technologie de réadaptation sans avoir besoin de la supervision directe d'un-e thérapeute. Cela ouvre de nouvelles options thérapeutiques telles que la thérapie de groupe en clinique, l'entraînement autodirigé pendant les loisirs en dehors du plan thérapeutique ou même directement chez soi, afin d'augmenter la dose thérapeutique avec un minimum de dépenses supplémentaires.

Dans de précédentes études cliniques réalisées sur des patientes et patients ayant subi un AVC, nous avons pu démontrer la faisabilité d'une thérapie non supervisée assistée par robot, lors de laquelle les personnes concernées travaillaient en clinique, pendant leurs loisirs et sur une base volontaire, avec notre robot de réadaptation. Ceci a entraîné une augmentation de la dose thérapeutique pour les membres supérieurs d'environ 40%. [10] Mais ces approches comportent aussi des défis non négligeables après le départ de la clinique, notamment en ce qui concerne le maintien de l'engagement et de la motivation une fois de retour au domicile.

## La plateforme RehabCoach

Dans le cadre du projet de recherche en cours, soutenu par la Suva, l'EPF Zurich Foundation et le Competence Centre for Rehabilitation Engineering and Science (RESC), nous aimerions relever ces défis en développant la plateforme RehabCoach. Cette plateforme se compose de l'appli RehabCoach et de l'appareil ReHandyBot. Notre objectif est de compléter la thérapie non supervisée assistée par robot par une application pour smartphone servant d'interface hautement interactive entre la patiente ou le patient et l'appareil de réadaptation. Il est ainsi possible de fournir un feed-back personnalisé et des informations de santé afin d'inciter la patiente ou le patient à effectuer les exercices thérapeutiques.



**Illustration 1** La plateforme RehabCoach dédiée au soutien de la réadaptation non supervisée à domicile. Elle combine une application pour smartphone interactive et un robot de table permettant une thérapie des membres supérieurs.

## L'appareil de table dédié à la réadaptation

Notre robot de réadaptation ReHandyBot est un appareil cliniquement validé de formation aux fonctions de préhension et de l'avant-bras [11] [12], qui a été développé au Rehabilitation Engineering Laboratory de l'EPF Zurich en étroite collaboration avec la Clinica Hildebrand à Brissago. Basé sur une série d'exercices thérapeutiques attrayants axés sur l'entraînement sensorimoteur et cognitif [13] [14] et des algorithmes cliniquement motivés, le ReHandyBot offre à ses utilisatrices et utilisateurs une expérience personnalisée, en ce sens que le degré de difficulté et l'intensité des exercices sont basés sur des paramètres sensorimoteurs personnels objectifs [15]. Le caractère portable et convivial de l'appareil permet aux patientes et patients de pratiquer des activités thérapeutiques chez eux.

Dans une étude actuelle menée auprès de patientes et de patients atteints de lésions neurologiques, nous avons déjà pu prouver que l'utilisation du ReHandyBot à domicile était faisable et qu'une dose supplémentaire et judicieuse de thérapie de l'avant-bras était possible sans avoir à recourir obligatoirement à un soutien technique ou clinique.

## RehabCoach, l'appli numérique d'assistance pour smartphone

L'appli pour smartphone RehabCoach a été développée afin d'accroître la motivation pour participer aux mesures de réadaptation tout au long du processus. Elle soutient les personnes pendant leur thérapie à domicile avec le ReHandyBot, et utilise l'intelligence artificielle (IA) [17] pour offrir un soutien personnalisé, autonome et qui conserve longtemps son attractivité.

L'appli travaille sur plusieurs niveaux, p. ex. avec des rappels d'entraînement quotidiens et un feed-back personnalisé sur les progrès thérapeutiques, et offre, outre d'autres fonctions, un soutien technique pour l'utilisation du ReHandyBot. Ces fonctions sont fournies en partie par des agents de conversation (chatbots), qui sont considérés comme des outils puissants dans des applications de santé numériques. [16] Nous sommes en train de personnaliser encore nos agents de conversation en intégrant des programmes de formation. Par exemple, les agents de conversation pourraient fournir des informations sur l'importance d'une vie saine après une lésion neurologique ou, en cas de lésions dues à un accident, les conversations pourraient être consacrées au bien-être et à la santé générale. Les aptitudes de conversation de l'appli RehabCoach feront en sorte que les aspects de motivation fournis par des thérapeutes humain-e-s comme des techniques d'encouragement et la prise en compte des résultats d'entraînement soient bien illustrés dans l'écosystème RehabCoach.

## Exemple de technologies de réadaptation à domicile

La nouvelle partenaire de recherche qu'est la Suva nous permet de hiérarchiser les résultats prometteurs de la plateforme RehabCoach en tant que solution de soutien de la réadaptation tout au long du processus de traitement. Concrètement, nous allons utiliser cette technologie à la Clinique de réadaptation de Bellikon, où des patientes et patients traumatisé-e-s (personnes ayant des lésions cérébrales et des problèmes orthopédiques traumatiques) ont la possibilité de participer à une étude clinique qui évalue l'utilisation de RehabCoach à la fois à la clinique et plus tard au domicile. L'étroite collaboration avec la Suva nous donne également l'occasion unique d'identifier d'importantes parties prenantes et d'entamer des discussions avec des décideuses et décideurs politiques afin d'introduire des modèles de soins innovants assistés par la technologie au-delà des approches traditionnelles dans le domaine de la réadaptation. Ceci pourrait ouvrir la voie à une vaste initiative visant à mettre en œuvre des taux de remboursement pour de nouvelles technologies de réadaptation tout au long du processus de traitement.

## Partenariat couronné de succès entre l'EPF Zurich et la Suva

Depuis 2020, l'ETH Competence Center for Rehabilitation Engineering and Science (RESC) développe un réseau puissant, soutient la recherche interdisciplinaire, établit des programmes de formation modernes et soutient le transfert des connaissances afin de promouvoir le développement et la numérisation de la réadaptation. Le réseau actuel se compose de groupes de recherche leaders et de divers partenaires suisses issus de l'industrie, du système de santé, du gouvernement, du secteur des assurances et des organisations de personnes handicapées. Avec le soutien de la partenaire stratégique Suva, le RESC coordonne un vaste programme d'encouragement de la recherche consacré aux défis et aux opportunités dans les domaines de la prévention, de la réadaptation, de l'assistance, de l'inclusion et de l'économie de la santé, en mettant l'accent sur les lésions dues à un accident. Les fonds alloués à la recherche doivent soutenir des projets de recherche et développement interdisciplinaires et à orientation translationnelle afin de donner une impulsion à l'innovation tout au long du processus de traitement. L'étroite collaboration entre l'ETH RESC et la Suva permet de développer de nouvelles solutions visant l'amélioration de l'accès et de la qualité dans le domaine de la médecine de réadaptation ainsi que la conception globalement inclusive de notre environnement.

### Adresse de correspondance

Prof. Dr. Olivier Lambercy  
Rehabilitation Engineering Laboratory, EPF Zurich

[olivier.lambercy@hest.ethz.ch](mailto:olivier.lambercy@hest.ethz.ch)

## Bibliographie

1. eClinicalMedicine, «The rising global burden of stroke», eClinicalMedicine, vol. 59, p. 102028, May 2023, doi: 10.1016/j.eclinm.2023.102028.
2. C. E. Lang, K. R. Lohse, and R. L. Birkenmeier, «Dose and timing in neurorehabilitation: prescribing motor therapy after stroke», Curr. Opin. Neurol., vol. 28, no. 6, p. 549, Dec. 2015, doi: 10.1097/WCO.0000000000000256.
3. J. A. Kleim and T. A. Jones, «Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage», J. Speech Lang. Hear. Res., vol. 51, no. 1, Feb. 2008, doi: 10.1044/1092-4388(2008/018).
4. J. Biernaskie, G. Chernenko, and D. Corbett, «Efficacy of Rehabilitative Experience Declines with Time after Focal Ischemic Brain Injury», J. Neurosci., vol. 24, no. 5, pp. 1245–1254, Feb. 2004, doi: 10.1523/JNEUROSCI.3834-03.2004.
5. N. S. Ward, F. Brander, and K. Kelly, «Intensive upper limb neurorehabilitation in chronic stroke: outcomes from the Queen Square programme», J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry, vol. 90, no. 5, pp. 498–506, May 2019, doi: 10.1136/jnnp-2018-319954.
6. O. Lambercy et al., «Neurorehabilitation From a Distance: Can Intelligent Technology Support Decentralized Access to Quality Therapy?», Front. Robot. AI, vol. 8, May 2021, doi: 10.3389/frobt.2021.612415.
7. K. O. Thielbar et al., «Home-based Upper Extremity Stroke Therapy Using a Multiuser Virtual Reality Environment: A Randomized Trial», Arch. Phys. Med. Rehabil., vol. 101, no. 2, pp. 196–203, Feb. 2020, doi: 10.1016/j.apmr.2019.10.182.
8. N. A. Borghese et al., «An intelligent game engine for the at-home rehabilitation of stroke patients», 2013 IEEE 2nd International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), IEEE, 2013, doi: 10.1109/SeGAH.2013.6665318.
9. G. Devittori et al., «Towards RehabCoach: Design and Preliminary Evaluation of a Conversational Agent Supporting Unsupervised Therapy after Stroke», Mar. 02, 2024, arXiv: arXiv:2403.01127. Accessed: Apr. 07, 2024. [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2403.01127>.
10. G. Devittori et al., «Unsupervised robot-assisted rehabilitation after stroke: feasibility, effect on therapy dose, and user experience», J. NeuroEngineering Rehabil., vol. 21, Apr. 2024, doi: 10.1186/s12984-024-01347-4.
11. R. Ranzani et al., «Neurocognitive robot-assisted rehabilitation of hand function: a randomized control trial on motor recovery in subacute stroke», J. NeuroEngineering Rehabil., vol. 17, Aug. 2020, doi: 10.1186/s12984-020-00746-7.
12. O. Lambercy et al., «Effects of a robot-assisted training of grasp and pronation/supination in chronic stroke: a pilot study», J. NeuroEngineering Rehabil., vol. 8, no. 1, p. 63, Nov. 2011, doi: 10.1186/1743-0003-8-63.
13. G. Devittori et al., «Progressive Transition From Supervised to Unsupervised Robot-Assisted Therapy After Stroke: Protocol for a Single-Group, Interventional Feasibility Study», JMIR Res. Protoc., vol. 12, no. 1, p. e48485, Nov. 2023, doi: 10.2196/48485.
14. J.-C. Metzger et al., «Assessment-driven selection and adaptation of exercise difficulty in robot-assisted therapy: a pilot study with a hand rehabilitation robot», J. NeuroEngineering Rehabil., vol. 11, no. 1, p. 154, Nov. 2014, doi: 10.1186/1743-0003-11-154.
15. G. Devittori et al., «Automatic and Personalized Adaptation of Therapy Parameters for Unsupervised Robot-Assisted Rehabilitation: a Pilot Evaluation», in 2022 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR), Jul. 2022, pp. 1–6, doi: 10.1109/ICORR55369.2022.9896527.
16. L. T. Car et al., «Conversational Agents in Health Care: Scoping Review and Conceptual Analysis», J. Med. Internet Res., vol. 22, no. 8, p. e17158, Aug. 2020, doi: 10.2196/17158.
17. A. Retevoi et al., «Building Conversational Agents for Stroke Rehabilitation: An Evaluation of Large Language Models and Retrieval Augmented Generation», In Proc. 24th ACM International Conference on Intelligent Virtual Agents (IVA), September 16–19, 2024, Glasgow, UK.