

Faculté des sciences de la motricité

**Élaboration d'un plan de prise
en charge post-réparation du
ligament latéral de la cheville,
applicable en télé-rééducation**

Un mémoire de production

Auteure : Clémence Pacchioli
Promoteur : Julien Lebleu
Année académique 2023-2024
Master en kinésithérapie et réadaptation [60.0] – KINE2M

Remerciements

Avant toute chose, je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Tout d'abord, un grand merci à Julien Lebleu pour son accompagnement et ses conseils ayant permis à ce projet de voir le jour.

Je tiens également à remercier tous les professionnels de santé interrogés dans le cadre de ce mémoire, ainsi que tous ceux que j'ai pu rencontrer et avec qui j'ai pu échanger sur le sujet.

Enfin, un immense merci à tous mes collègues étudiants, au soutien et à la solidarité que nous nous sommes mutuellement apportés, sans lesquels tout aurait été plus difficile

Table des matières

I. Introduction	1
II. Méthode	5
Revue de littérature.....	5
Création du protocole de rééducation post-opératoire.....	5
Avis d'experts	6
III. Revue de littérature	7
Recommandations générales	9
Modalités	10
Fréquence et durée	14
Phases de rééducation	15
Thérapie par l'exercice	16
Télé-rééducation	16
IV. Création du protocole	17
Contraintes techniques liées à la télé-rééducation	17
Phases de rééducation	18
Critères de passage entre les phases	21
Fréquence et durée	24
Sélection des exercices	24
Instructions	28
Vidéos	29
Test des exercices	29
Implémentation	30
Individualisation du programme.....	30

V. Avis des experts	31
Professionnels rencontrés	31
Questions posées.....	31
Résumé des réponses récoltées	32
Pistes d'amélioration et modifications apportées après les interviews.....	36
VI. Discussion	39
VII. Conclusion	41
VIII. Bibliographie	42
IX. Annexes	48

I. Introduction

L'entorse de cheville est l'une des blessures les plus courantes en sport, mais également dans la population générale avec une prévalence allant de 19.0 à 26.6/1000 personne-années selon des sondages néerlandais (1,2). Plus spécifiquement, les blessures du ligament latéral de la cheville (LLC) représentent 25% des blessures du système locomoteur dans la population générale, et jusqu'à 40% chez les sportifs (3). En effet, il s'agit du site de blessure le plus courant de 24 sports sur 70 étudiés. Plus précisément, 77% des blessures à la cheville sont des entorses (4), dont les trois quarts concernent le complexe ligamentaire latéral, le plus souvent le faisceau talo-fibulaire antérieur (1). Selon une revue systématique (5), il y aurait une forte corrélation positive entre la prévalence des entorses de cheville et le niveau d'activité physique, les sportifs étant ainsi plus touchés que la population générale.

On estime que jusqu'à 70% des entorses aiguës du LLC vont développer des séquelles et/ou une instabilité chronique, entraînant des déficits fonctionnels ainsi qu'un risque d'entorses à répétition, voire d'arthrose secondaire (6). Selon Herzog et al. (1), entre 12 et 47% des entorses sont en fait des récurrences de précédentes entorses. Effectivement, une personne ayant déjà connu une entorse présente un risque jusqu'à 3,5 fois plus élevé de développer une nouvelle entorse qu'une personne jamais blessée (7). Ces récurrences sont majoritairement dues à l'instabilité chronique de l'articulation qui s'installe après une blessure. Après avoir évalué des athlètes de lycée et d'université à l'aide de l'« Ankle Instability Instrument and Cumberland Ankle Instability Tool », une étude (8) rapporte que 23.4% de ces athlètes souffrent d'instabilité.

Le traitement pour l'instabilité chronique de la cheville (ICC), définie par la persistance des symptômes 3 mois après la blessure, est initialement un traitement conservateur. Le protocole de traitement conservateur de l'ICC est similaire à celui de l'entorse aiguë, sans passer par la première phase « PEACE & LOVE ». Dans l'ensemble, les objectifs du traitement de la phase aiguë sont de contrôler la douleur et de réduire le gonflement et l'inflammation tout en rétablissant le mouvement. Une fois la phase aiguë passée, on débute l'entraînement de force musculaire. Des exercices ciblés sont ensuite mis en place pour améliorer l'équilibre, la proprioception et le contrôle neuromusculaire. La phase finale de la rééducation

consiste à ramener le patient à son niveau pré blessure, en cherchant un réentraînement à l'endurance, et pour les athlètes, aux tâches spécifiques liées à leur sport (9). Chez les patients pour qui ce traitement conservateur n'a pas fonctionné (à savoir : pas d'amélioration après 3 à 6 mois de rééducation fonctionnelle, soit environ 20% des cas (10)), on propose alors la chirurgie afin de restaurer l'anatomie du complexe ligamentaire et la stabilité de l'articulation (11). Dans ce cadre, la réparation anatomique du complexe ligamentaire est le « critérium standard » pour l'ICC, restaurant l'anatomie physiologique de la cheville et la cinétique des ligaments, tout en conservant le mouvement (11).

La réparation du LLC est une opération visant à réparer le ou les ligaments endommagés. Elle cherche à rendre l'articulation stable, et nécessite une période de rééducation pour en retrouver la pleine fonctionnalité. Une étude (12) a notamment montré que la réparation anatomique, en comparaison à la réparation non anatomique, entraînait significativement moins de restriction de mobilité, et que plus d'athlètes ont été capables de retrouver leur niveau pré-blessure. De plus, ce type de réparation engendre moins de complications pour des résultats comparables. La réparation anatomique du LLC est ainsi un traitement sûr et efficace des ruptures graves, permettant de stabiliser la cheville et de reprendre le sport, avec un retour au niveau pré-blessure chez 89 % des athlètes d'élite. Il a aussi été constaté que la réparation arthroscopique du ligament latéral (ALLR) permettait une amélioration significative du score AOFAS (American Orthopaedic Foot & Ankle Society) par rapport aux chirurgies ouvertes (13). Les sutures sans nœud posées par arthroscopie fournissent une réparation sûre et discrète, sans pour autant faire de compromis sur les résultats cliniques et sans complications graves.

La chirurgie présenterait quatre avantages par rapport au traitement conservateur : la rapidité du retour au niveau pré blessure, un taux de récurrence plus bas, la diminution de l'apparition de douleur chronique, ainsi qu'une amélioration de l'instabilité fonctionnelle et/ou subjective (12). Selon une revue Cochrane citée par Kerkhoffs et al. (14), le traitement conservateur donne de bons résultats pour moins de complications. Néanmoins, la chirurgie permet une meilleure stabilité et un retour plus rapide aux activités physiques (sport, travail...) en environ 10 semaines. Une instabilité résiduelle étant prédictive de futures blessures récurrentes, la chirurgie s'impose donc comme solution de choix pour les athlètes professionnels, donnant jusqu'à 95% de bons ou excellents résultats (15). Selon

Teramoto et al. (16), la chirurgie est donc recommandée pour les athlètes dont la performance est affectée, mais aussi pour les patients ressentant une grande instabilité dans leurs activités quotidiennes. De plus, une immobilisation n'étant pas nécessaire après une arthroscopie (ALLR), il est donc possible de commencer la rééducation plus tôt afin de pouvoir reprendre une activité physique au plus vite. Car bien que l'immobilisation aide à la réparation du ligament, elle est délétère pour la mobilité, la force et la proprioception, affectant potentiellement le retour des athlètes à leurs activités et à leur niveau (16). En plus de l'évolution clinique, la rééducation est un élément déterminant de la bonne évolution de la récupération post-opératoire (15). Malgré un manque important de littérature scientifique axée spécifiquement sur la thérapie par l'exercice dans le cadre d'une rééducation post-opératoire de la cheville, il a déjà été démontré que celle-ci était efficace et bénéfique pour la récupération du patient. Elle permettrait notamment d'améliorer la douleur, le handicap et la fonction des patients, tout en raccourcissant la durée de leur hospitalisation et en apportant de meilleurs résultats à long terme (17–19).

Cependant, jusqu'à 65% des patients sont non ou peu adhérents à leur programme d'exercices à domicile (20), compromettant ainsi l'efficacité voire le succès de leur rééducation. De nombreux facteurs peuvent expliquer ce manque d'adhérence : le manque d'auto-gestion, certaines croyances, la douleur, le niveau d'activité physique, le soutien social... Dans ce contexte, la télé-rééducation pourrait se placer comme un outil permettant de répondre à certaines de ces problématiques. Elle serait susceptible de mieux accompagner le patient dans son programme à domicile, et ainsi améliorer son adhérence à ce dernier.

La télé-rééducation utilise des technologies de communication pour fournir des séances de rééducation à distance. Les patients suivent des programmes personnalisés comprenant des exercices et des consultations en ligne avec des professionnels de la santé. Selon plusieurs études (21,22), la télé-rééducation offre de bons résultats cliniques tout à fait comparables à ceux d'une rééducation classique. De plus, selon Chen et al. (23) la combinaison de ces deux types de rééducation pourrait même présenter de meilleurs résultats que l'une ou l'autre isolée. Un des autres avantages principaux de la télé-rééducation est qu'elle permet de réduire significativement les coûts par rapport à une rééducation classique (21,22,24). La télé-rééducation pourrait également permettre de combler les écarts de prise en charge entre les sportifs de haut niveau et la population générale. En

effet, les athlètes professionnels qui font l'objet de la plupart des études concernant les résultats post-opératoires (25) ont accès à des kinésithérapeutes et des équipes de soins quotidiennement ou presque, sans parler du temps qu'ils peuvent consacrer à leur rééducation. Cela n'est pas représentatif de la population générale, qui ne peut se rendre chez un kinésithérapeute qu'une à deux fois par semaine.

Bien que les bénéfices de la thérapie par l'exercice ou de la télé-rééducation aient été démontrés, il n'existe malheureusement pas de littérature à ce sujet ciblant spécifiquement la cheville en post-opératoire. De la même manière, bien que l'efficacité de la chirurgie de réparation du LLC ait été prouvée, il n'existe pas de guidelines concernant la rééducation post-opératoire. C'est pour ces raisons que ce mémoire a pour but de fournir un plan de prise en charge post-réparation du LLC applicable en télé-rééducation.

II. Méthode

Revue de littérature

Une recherche de littérature en ligne a été effectuée d'août 2023 à novembre 2023, principalement sur deux bases de données : Pubmed et Google Scholar. Les mots-clés utilisés étaient : « ankle », « injury », « instability », « incidence », « surgery », « repair », « post operative », « sport », « exercise therapy », « physical therapy », « telerehabilitation ». 46 articles ont alors été sélectionnés, sur base de leur pertinence vis-à-vis du sujet de ce mémoire. Parmi ces articles se trouvaient une revue systématique et méta-analyse d'études randomisées contrôlées, sept revues systématiques et méta-analyse (dont deux revues Cochrane), quatre revues systématiques, trois études randomisées contrôlées, deux essais cliniques, une étude comparative, un commentaire clinique, ainsi que vingt-sept articles de recherche originaux. Tous étaient rédigés en anglais.

Création du protocole de rééducation post-opératoire

Une première version du protocole post-opératoire a alors été créée, sur base de la littérature scientifique, des programmes proposés par trois chirurgiens, ainsi que la formation en kinésithérapie de l'UCLouvain. Ce protocole s'adresse aux patients ayant subi une chirurgie de réparation du LLC, leur proposant plusieurs types d'exercices adaptés aux différentes phases de leur récupération. Ces exercices sont chacun définis par une catégorie en fonction de leur objectif, ainsi que par un niveau de charge, permettant de proposer une progression optimale pour le patient et une personnalisation en fonction de ses besoins. En effet, en partant du protocole initialement proposé, le programme pourra être individualisé pour chaque patient par un kinésithérapeute. Pour chaque exercice, des instructions claires ont été rédigées et une vidéo démontrant l'exercice étape par étape a été filmée. Par la suite, ces instructions et vidéos ont été présentées à un groupe contrôle de sujets sains, afin d'évaluer si les exercices proposés étaient compréhensibles et facilement réalisables.

Avis d'experts

Cinq experts dans le domaine des troubles musculo-squelettiques de la cheville (chirurgiens et kinésithérapeutes) ont été interviewés lors d'entretiens semi-directifs, afin de récolter l'avis de professionnels ayant une activité clinique concernant le protocole proposé. Pour cela, après présentation du projet, une série de cinq questions a été posée individuellement à chaque expert. Ces questions concernaient l'utilisation d'outils digitaux dans les rééducations, les axes de rééducation à privilégier, la sécurité, la faisabilité d'un tel protocole, ainsi que leurs recommandations individuelles en tant que cliniciens. Enfin, il a été demandé aux experts, s'ils en avaient, des pistes d'amélioration pour rendre le protocole plus adapté à une pratique clinique et/ou plus efficace. Les entretiens ont alors été retranscrits manuellement et les réponses ont été résumées afin d'en ressortir les points importants.

III. Revue de littérature

À ce jour, il est difficile d'identifier le meilleur protocole de rééducation post-opératoire après une réparation de LLC, car très peu d'études ont été menées sur le sujet. En effet, seuls Pearce et al. (26) et Petrera et al. (27) proposent une version complète et précise d'un protocole de rééducation post-réparation du LLC, qui sera détaillée plus bas. Néanmoins, malgré ce manque de preuves, il est possible de retrouver dans la littérature des recommandations générales quant à la prise en charge post-opératoire de cette chirurgie.

Dans certains articles abordant les résultats chirurgicaux, le retour au sport, la procédure de Broström ou Broström-Gould, les suivis post-opératoires, les techniques arthroscopiques ou encore les effets de la rééducation précoce, il est possible de trouver quelques informations au sujet des prises en charge post-opératoires. Neuf de ces articles ont pu être étudiés, dont les résultats sont repris dans le tableau 1.

Étant donné le manque de littérature spécifique sur le sujet, d'autres types de sources ont été prises en compte. Ainsi, des protocoles de rééducation post-opératoire mis en ligne par des chirurgiens ou des cliniques ont également été inclus dans cette revue. Parmi eux, trois protocoles concernaient la chirurgie étudiée et donnaient suffisamment de détails, et ont alors été retenus. Premièrement, celui du Dr. John G. Kennedy (28), chirurgien dans un centre médical basé à New York (USA) spécialisé dans les blessures de la cheville et du pied. Ce dernier est plus spécifiquement spécialisé dans le traitement des blessures tendineuses et de l'instabilité de cheville, la ligamentoplastie et la réparation cartilagineuse. Deuxièmement, le protocole de *The Stone Clinic* (29), une clinique de médecine du sport basée à San Francisco (USA), offrant des services de chirurgie orthopédique, de kinésithérapie et de rééducation physique. Enfin, le dernier protocole retenu est celui du département de kinésithérapie de *Kaiser Permanente* (30), un consortium de soins basé en Californie du Sud (USA). Les protocoles proposés par *The Stone Clinic* et *Kaiser Permanente* ont été trouvés dans la bibliographie d'un article de Hermanns et al. (31). Le protocole de Dr Kennedy quant à lui fait suite à une recommandation. Aucun protocole francophone n'a été trouvé durant les recherches.

Tableau 1

Résumé des neuf articles apportant des précisions sur leur prise en charge post-opératoire

Article	Année	Immobilisation	Modalités d'exercices
Krips et al. (32)	2000	En plâtre pendant 6 semaines	- Amplitudes articulaires - Proprioception
Bell et al. (33)	2005	- En attelle d'éversion pendant 10 jours puis botte de marche - Port d'attelle du retrait de la botte de marche jusqu'à récupération de la force	- Mise en charge - Amplitudes articulaires (à 4-5 semaines post-opératoires) - Renforcement musculaire (surtout fibulaires) et proprioception (quand les amplitudes sont retrouvées)
Nery et al. (34)	2011	En plâtre sans mise en charge pendant 2 semaines	- Mise en charge - Proprioception, flexion plantaire active et exercices d'éversion (à 4 semaines post-opératoires)
Huang et al. (35)	2016	- En attelle sans mise en charge pendant 2 semaines - Ensuite en plâtre en position neutre pendant 2 semaines avec mise en charge partielle - Port d'attelle souple jusqu'à 4-8 semaines post-opératoires	- Amplitudes articulaires en actif - Mise en charge - Équilibre - Proprioception - Renforcement musculaire des fibulaires
Russo et al. (36)	2016	Port d'attelle à J1 avec mise en charge légère autorisée	- Marche avec mise en charge partielle (à 2 semaines post-opératoires) - Flexion et extension cheville et genou - Renforcement musculaire des fibulaires - Proprioception
Lee et al. (37)	2019	- Pendant 4 semaines - Puis port d'attelle pendant 2 semaines	- Amplitudes articulaires (à 4 semaines post-opératoires) - Renforcement musculaire et étirement du tendon d'Achille (à 6 semaines post-opératoires) - Mise en charge (quand les amplitudes sont retrouvées)

White et al. (15)	2015	- Pendant 2 semaines sans mise en charge - Puis port d'attelle ou tape jusqu'à 12 semaines post-opératoires	- Mise en charge (à 6 semaines post-opératoires) - Amplitudes articulaires actives assistées - Renforcement musculaire - Proprioception - Entraînement multidirectionnel (à 8 semaines post-opératoires)
Teramoto et al. (16)	2022	En position neutre sans mise en charge pendant 3 jours	- Marche - Mise en charge - Accroupissement - Renforcement des muscles intrinsèques du pied - Renforcement des fléchisseurs plantaires et dorsaux (à 3-4 semaines post-opératoires) - Exercices spécifiques au sport (à 6 semaines post-opératoires)
Ferkel et al. (38)	2007	Pendant 3 semaines	- Mise en charge (à 4 semaines post-opératoires) - Amplitudes articulaires (à 6 semaines post-opératoires)

Recommandations générales

Selon une étude de Pearce et al. (26), il existe plusieurs aspects à prendre en compte lors de l'élaboration d'un protocole de rééducation après une opération du LLC. Tout d'abord, la solidité de la fixation du ligament sur l'os par rapport aux contraintes que le ligament subira lors de la mise en charge et des mouvements de l'articulation. Sont également à prendre en compte les mécanismes de cicatrisation des ligaments et la prévention de nouvelles blessures, en se basant sur une évaluation objective permettant au patient de reprendre ses activités physiques en toute sécurité.

La question de l'immobilisation quant à elle fait toujours débat. D'un côté l'immobilisation, permettant aux tissus de se réparer et de protéger la réparation chirurgicale, et de l'autre la mobilisation, empêchant l'enraidissement et les complications liées à l'immobilisation (telle que le déconditionnement fonctionnel). Aujourd'hui, la balance penche plutôt vers une mobilisation et une mise en charge précoce, qui ont prouvé à la fois leur sécurité et leur intérêt clinique (26). Une étude menée par Petrera et al. (27) a démontré qu'une mise en charge complète, protégée et immédiate après une réparation selon la technique de Broström modifiée donne de bons résultats cliniques (notamment une amélioration

significative de chaque sous-échelle du « Foot and Ankle Outcome Score » (FAOS)), un taux de 94% de reprise des activités sportives, ainsi qu'un faible taux d'échec. Deux autres études menées par Karlsson et al. (39,40) ont mis en évidence l'intérêt de la mobilisation précoce et d'un réentraînement précoce de l'amplitude. En effet, les résultats concernant la fonctionnalité et la stabilité de la cheville étaient tout aussi bons avec une mobilisation précoce qu'après une immobilisation de 6 semaines. Cependant, la mobilisation précoce a permis de récupérer force et amplitude en flexion plantaire plus rapidement, permettant ainsi aux patients de reprendre les activités physiques plus tôt, tout en préservant leur stabilité. Enfin, selon une revue Cochrane (41), une rééducation fonctionnelle précoce semble être supérieure à une immobilisation de 6 semaines pour restaurer la fonction de l'articulation. Il s'agit alors ici de trouver un équilibre entre une charge excessive délétère pour la réparation, et une charge insuffisante délétère pour le ligament. Actuellement, selon Pearce et al. (26), il est préconisé d'immobiliser l'articulation dans un plâtre dorsal ou dispositif similaire pour une durée de 10 à 14 jours, sans mise en charge (26).

Modalités

Mise en charge

Le Dr. John G. Kennedy (28) et la revue de Pearce et al. (26) autorisent une mise en charge progressive de la cheville opérée après les 2 semaines d'immobilisation et seulement dans une botte de marche. À partir de 8 semaines post-opératoires et lorsque le patient a rempli les critères de passage à la seconde phase de rééducation, Pearce et al. (26) proposent de commencer la mise en charge unilatérale.

Selon Petrera et al. (27), dont l'étude se base sur un protocole de rééducation démarrant en post-opératoire immédiat, les patients sont encouragés à se mettre en charge totalement dans leur botte de marche dès leur sortie de l'hôpital, c'est-à-dire le jour-même de l'opération, et ce jusqu'au retrait de la botte 6 semaines après la chirurgie. Cependant, les exercices de mobilisations effectués pendant cette même période sont eux à faire en décharge.

The Stone Clinic (29) proposent eux aussi leur protocole post-opératoire. Selon eux, la mise en charge de l'articulation débute 3 semaines après la chirurgie et dans une botte de marche, augmentant ensuite progressivement.

De même, *Kaiser Permanente* (30), proposent leur version du protocole de prise en charge post-opératoire. Ils préconisent une mise en charge progressive en botte de marche à partir de la quatrième semaine post-opératoire.

Ces cinq protocoles s'accordent à viser une mise en charge complète à la marche 6 semaines après la chirurgie.

Mobilité

Selon Pearce et al. (26), une remise en mouvement supervisée ne sollicitant pas la réparation chirurgicale initiée le plus tôt possible serait bénéfique à la rééducation neuromusculaire. Il serait ainsi conseillé, après la période d'immobilisation, de mobiliser la cheville en dehors de la botte de marche en flexion plantaire et dorsale. La mobilisation en inversion et éversion est également possible dans des conditions sûres (amplitude limitée à 10-15° et port d'un support semi-rigide bilatéral). L'augmentation de l'amplitude articulaire fait également partie des objectifs de la phase de rééducation allant de la sixième à la dixième semaine post-opératoire.

Petrera et al. (27) quant à eux préconisent des exercices de mobilisations sans mise en charge en post-opératoire immédiat. Ces exercices comprennent la flexion plantaire (limitée à 20°) ainsi que la flexion dorsale (limitée à 10°), mais excluent les mouvements d'inversion et d'éversion. L'éversion est autorisée à partir de la troisième semaine après la chirurgie, et l'inversion à partir de la sixième semaine, où les patients sont également invités à augmenter l'amplitude de leurs mouvements.

Dans leur protocole, *The Stone Clinic* (29) interdisent l'inversion et l'éversion, active ou passive, avant 6 semaines post-opératoires, et évitent la flexion plantaire au-delà la position neutre de la cheville avant 4 semaines. Les patients sont cependant encouragés à mobiliser leurs orteils dès la sortie de l'hôpital. Entre 3 et 6 semaines après la chirurgie, des exercices pour la flexion dorsale sont initiés et suivent une progression lente jusqu'à la mobilité complète. À partir de 8 semaines après la chirurgie, ils proposent une augmentation lente et progressive des exercices d'amplitudes actifs et passifs.

Kaiser Permanente (30) proposent des exercices d'amplitude actifs et passifs en flexion plantaire et dorsale dès 4 semaines post-opératoires. À partir de

6 semaines, le patient passe à des exercices d'amplitude actifs et contre-pesanteur pour chaque mouvement.

Le Dr. Kennedy (28) conseille à ses patients de commencer des exercices d'amplitude actifs en flexion plantaire, flexion dorsale, inversion et éversion après les 2 semaines d'immobilisation. Parallèlement à cela, des mobilisations des orteils et du genou sont proposées.

Renforcement musculaire

Dans le protocole proposé par Pearce et al. (26) tout comme dans celui du Dr. Kennedy (28), les exercices de renforcement de la cheville et du pied commencent 6 semaines après la chirurgie et doivent viser les muscles tibial antérieur, tibial postérieur, court et long fibulaire, triceps sural, ainsi que les muscles intrinsèques du pied.

Selon Petrera et al. (27) et *The Stone Clinic* (29), le renforcement débute dès la sortie de l'hôpital et pour 3 semaines, par des exercices visant le quadriceps, les ischio-jambiers, les moyen et grand fessiers, ainsi que les adducteurs de hanche. *The Stone Clinic* (29) commencent les exercices actifs de la cheville à 3 semaines post-opératoires, dont l'intensité sera graduellement augmentée à partir de 6 semaines post-opératoires. À ce moment-là, Petrera et al. (27) commencent le renforcement de la cheville.

Kaiser Permanente (30) débutent le renforcement par des exercices isométriques à partir de 4 semaines post-opératoires, parallèlement à un renforcement des muscles de la hanche. Deux semaines plus tard, le patient continue son renforcement musculaire avec des exercices au poids du corps tels que des montées sur pointes de pied, des squats ou des fentes.

Endurance musculaire

Seul le Dr. Kennedy (28) mentionne l'endurance musculaire dans son protocole de rééducation. De même que pour le renforcement musculaire, le réentraînement à l'endurance musculaire commence avec le début de la prise en charge en kinésithérapie 6 semaines après la chirurgie.

Marche

Selon Pearce et al. (26) et le Dr. Kennedy (28), le patient est autorisé à marcher dans sa botte de marche après la période d'immobilisation. Il ne sera pas autorisé à marcher sans la botte avant 6 semaines post-opératoires. La première phase de leur protocole de rééducation débute lorsque le patient sait se déplacer sans attelle. Cette phase aura notamment comme but de réentraîner la marche et d'en améliorer la symétrie.

Le protocole de rééducation précoce de Petrera et al. (27) propose également de laisser le patient dans une botte de marche pendant les 6 premières semaines, durant lesquelles il est libre de se déplacer ainsi. Au retrait de la botte à 6 semaines post-opératoires, le réentraînement à la marche commence et progresse graduellement jusqu'à la marche rapide et au jogging.

The Stone Clinic (29) autorisent le patient à marcher dans une botte de marche entre 3 et 6 semaines post-opératoires, avant de la retirer pour atteindre une marche normale 12 semaines après la chirurgie.

Chez *Kaiser Permanente* (30), le réentraînement à la marche débute 4 semaines après la chirurgie.

Équilibre

Pearce et al. (26), *The Stone Clinic* (29) et *Kaiser Permanente* (30) s'accordent à commencer les exercices d'équilibre 6 semaines après la chirurgie.

Proprioception

Après une lésion ligamentaire de la cheville, les exercices de proprioception, inclus dans un protocole de rééducation globale, permettent de réduire l'instabilité perçue et d'améliorer la fonction de l'articulation (42).

Selon Pearce et al. (26), l'entraînement proprioceptif est un élément majeur dans la prise en charge de l'ICC, il vise à réduire les déficits fonctionnels, les sensations de « lâchage », le risque de nouvelle blessure, mais aussi à améliorer le contrôle postural. Pour Pearce et al. (26), Petrera et al. (27), *Kaiser Permanente* (30) et le Dr. Kennedy (28), l'entraînement proprioceptif débute 6 semaines après la chirurgie.

The Stone Clinic (29) débutent les exercices de proprioception à 3 semaines post-opératoires et en augmente l'intensité jusqu'à 12 semaines post-opératoires.

Pliométrie

Pearce et al. (26) autorisent des exercices de pliométrie à partir d'environ 8 semaines post-opératoires, lorsque le patient est capable d'effectuer 25 montées sur pointe de pied unilatérales

Le protocole de Petrera et al. (27), *The Stone Clinic* (29) et *Kaiser Permanente* (30) autorisent les exercices pliométriques 3 mois (soit environ 13 semaines) après la chirurgie.

Exercices spécifiques au sport

Selon Pearce et al. (26), la course à pied peut être reprise dès que le patient est capable de faire du jogging sans douleur, souvent aux alentours de 16 semaines post-opératoires. À cette période, des exercices spécifiques au sport pratiqué par le patient lui sont également proposés.

Le protocole de Petrera et al. (27) autorise le jogging, le vélo et la natation 6 semaines après l'opération. À partir de 3 mois post-opératoires, la course à pied et l'entraînement spécifique au sport du patient peuvent commencer.

The Stone Clinic (29) proposent un retour à la course à pied 3 mois après la chirurgie.

Chez *Kaiser Permanente* (30), les exercices spécifiques au sport débutent 11 semaines après la chirurgie.

Le Dr. Kennedy (28) conseille à ses patients un réentraînement spécifique à leur sport à partir de 10 semaines post-opératoires.

Fréquence et durée

Le protocole du Dr. Kennedy (28) est le seul parmi les cinq cités plus haut à mentionner la fréquence des séances, il propose ainsi de réaliser une série d'exercices chaque jour.

Concernant la durée de la rééducation, Pearce et al. (26) proposent un retour au sport entre 3 et 4 mois après la chirurgie. Petrera et al. (27) ne donnait pas de délai précis concernant la fin de la rééducation, mais proposait un retour au sport selon plusieurs critères : absence totale de douleur, récupération de force d'au moins 90% par rapport au côté non-opéré, et réussite des tests spécifiques au sport. Étant donné que l'entraînement sportif n'est autorisé qu'à partir de 3 mois post-opératoires (soit environ 13 semaines), cela donne tout de même une indication

quant à la durée de ce protocole. Le protocole de *The Stone Clinic* (29) s'étend sur une durée de 6 mois. Celui de *Kaiser Permanente* (30), s'étend lui sur 18 semaines. Enfin, le Dr. Kennedy (28) propose un protocole d'environ 12 semaines.

Phases de rééducation

Toutes les sources étudiées ici proposent de diviser leur protocole en plusieurs phases. Trois d'entre elles le divisent en cinq phases, et deux en quatre phases. Remarquons également que quatre de ces cinq sources proposent une première phase d'immobilisation durant laquelle la cheville opérée est mise au repos dans un dispositif d'immobilisation, et où le patient est invité à mobiliser les articulations environnantes.

Après l'immobilisation pour les protocoles qui en proposent, vient une phase dites de mobilisation. En fonction des protocoles, celle-ci peut aller du post-opératoire immédiat jusqu'à 6 semaines après la chirurgie. Durant cette phase de mobilisation, le patient sera invité à mettre en charge la cheville opérée et à commencer des mobilisations douces de l'articulation afin d'entamer un travail de récupération d'amplitude. *The Stone Clinic* (29) et *Kaiser Permanente* (30) incluent également des exercices de renforcement musculaire lors de cette phase.

Une fois cette phase de mobilisation passée, vient une phase que nous qualifierons de rééducation précoce. Celle-ci est initiée 6 semaines après la chirurgie dans les cinq protocoles étudiés plus haut. Cette phase de rééducation précoce comprend notamment des exercices de renforcement musculaire, de marche, d'équilibre, de mobilité et de proprioception. À cela, le Dr. Kennedy (28) ajoute des exercices d'endurance musculaire. Petrera et al. (27) quant à eux, incluent la reprise du jogging, du vélo et de la natation lors de cette phase.

Certains protocoles proposent à la suite de la rééducation précoce ce que l'on appellera une phase de rééducation tardive. Celle-ci comprend la poursuite et l'intensification du renforcement musculaire et de la proprioception, la reprise du jogging puis de la course à pied, ainsi que des exercices de pliométrie.

Vient ensuite la dernière phase, celle réathlétisation. Cette phase, chevauchant la fin de la précédente, vise à préparer le patient à reprendre son activité physique antérieure. Pour se faire, il sera proposé au patient des exercices spécifiques au sport qu'il pratique, ainsi que des exercices de pliométrie et de la

course à pied ou du vélo. Cette phase est initiée entre 10 et 12 semaines après la chirurgie en fonction des différents protocoles étudiés.

Thérapie par l'exercice

La thérapie par l'exercice implique un programme structuré et supervisé d'exercices et de mouvements conçus pour aider les patients à retrouver force, souplesse, mobilité et fonction après une intervention chirurgicale. Elle permettrait notamment d'améliorer la douleur, le handicap et la fonction des patients, tout en raccourcissant la durée de leur hospitalisation et en apportant de meilleurs résultats à long terme (17–19). Il a également été démontré que chez des patients ayant subi une ménisectomie partielle du genou, la thérapie par l'exercice associée à un programme d'exercices à domicile entraînait une amélioration de la fonction et de la mobilité de l'articulation par rapport à la thérapie ambulatoire seule (43). Bien qu'il ne s'agisse pas d'une référence spécifique à la cheville, cela montre l'intérêt pour les patients de suivre un protocole d'exercices à domicile en complément de leur rééducation classique.

Télé-rééducation

La télé-rééducation consiste à utiliser la technologie et les télécommunications pour fournir des services de rééducation à des personnes à distance, ce qui leur permet de recevoir des soins et des conseils de la part de professionnels de santé sans pour autant se rendre sur place. Plusieurs études (21,22) indiquent que la télé-rééducation donne des résultats cliniques tout aussi satisfaisants que ceux obtenus avec une rééducation classique. Un autre avantage majeur de la télé-rééducation est qu'elle permet de réduire significativement les coûts par rapport à une rééducation classique (21,22,24). De plus, la combinaison de ces deux types de rééducation présenterait même de meilleurs résultats que l'une ou l'autre isolément (23). Selon une étude portant sur l'intérêt de la télé-rééducation concernant l'adhérence à la rééducation des patients post-AVC, celle-ci permettrait de favoriser l'adhérence, atteignant jusqu'à 100% en fonction des protocoles et des outils de mesure (44). Malheureusement, ici encore il n'existe pas de littérature sur le sujet spécifique aux pathologies de la cheville. La télé-rééducation pourrait aussi aider à surmonter les difficultés d'accès aux soins, notamment dans les pays plus pauvres (24).

IV. Création du protocole

Contraintes techniques liées à la télé-rééducation

La création d'un protocole d'exercices applicable en télé-rééducation via une application mobile présente certaines contraintes.

Tout d'abord, l'absence de kinésithérapeute auprès du patient soulève deux points importants : la sécurité des exercices (sans risque de blessure ou de chute), ainsi que la nécessité de proposer des exercices simples, pour lesquels le patient n'aura pas de difficultés de compréhension et pas besoin de corrections majeures. Afin d'optimiser la sécurité des patients et leur compréhension des exercices, chaque exercice sera accompagné d'instructions claires et précises ainsi que d'une vidéo faisant la démonstration de l'exercice. De plus, il sera précisé pour chaque exercice le nombre de répétitions et de séries que le patient devra effectuer. Ainsi, le patient sera bien cadré, et le programme pourra être individualisé pour chacun. Par ailleurs, les vidéos étant à destination d'une application pour smartphone, celles-ci doivent pouvoir être visionnées sur un petit écran sans perdre en clarté.

Comme évoqué plus haut, selon la littérature, une rééducation hybride mêlant télé-rééducation et rééducation traditionnelle en présentiel serait plus efficace que l'une ou l'autre isolément (23). Ainsi, le protocole proposé ici a été imaginé pour être utilisé en complément de séances de kinésithérapie traditionnelles en présentiel. Le but étant d'autonomiser le patient en dehors de sa ou ses séances hebdomadaires en cabinet ou centre de rééducation, et de lui permettre d'accélérer et d'optimiser sa récupération. En effet, les athlètes faisant l'objet de la plupart des études sur les délais de retour au sport sont suivis presque quotidiennement par des kinésithérapeutes, ce qui explique leur retour au sport plus rapide et la bonne récupération de leurs performances. Ainsi, la population générale qui ne peut décemment pas se rendre quotidiennement chez un kinésithérapeute pourra combler ce gap, au moins en partie, en ayant la possibilité de suivre le programme de télé-rééducation proposé ici entre deux séances en présentielle.

Cependant, bien qu'idéalement prévu pour une utilisation hybride, ce programme de télé-rééducation a tout de même été conçu pour être utilisable pour une rééducation 100% distancielle. Notons malgré tout que même si ce protocole est utilisable et sécurisé en télé-rééducation pure, ce dernier perdrait en efficacité

par rapport à une utilisation hybride pour laquelle il a été conçu, notamment concernant les évaluations permettant le passage d'une phase de rééducation à la suivante et de retour au sport.

Phases de rééducation

Phase 1 : Immobilisation

Comme évoqué plus haut, les avis concernant l'immobilisation divergent. Le but de ce travail n'étant pas de trouver l'unique bonne réponse à la question de l'immobilisation, mais seulement de proposer une façon de faire parmi d'autres, la durée d'immobilisation ici sera de 2 semaines. Durant ces 2 semaines, la mise en charge de la cheville est exclue. Cependant, le patient sera invité à mobiliser de façon progressive les articulations alentours, telles que les orteils, le genou et la hanche. Le dispositif d'immobilisation doit également être porté pendant la nuit, afin d'éviter une prise d'attitude vicieuse en équin.

À l'issue de ces 2 semaines, la plaie est inspectée et le patient peut alors porter une botte de marche s'il n'y a aucun problème de cicatrisation. Commence alors la phase suivante.

Phase 2 : Mobilisation

Une fois la phase d'immobilisation passée et la botte de marche installée, le patient est alors invité à progressivement mettre en charge la cheville opérée. Cette phase de mobilisation s'étend sur une durée théorique de 4 semaines, entre les troisième et sixième semaines (incluses) suivant la chirurgie. La mise en charge n'est autorisée que dans la botte de marche et doit être progressive. Il est donc proposé au patient de mettre 10% de son poids en charge sur la cheville opérée pendant la première semaine de cette phase. La semaine suivante, le patient peut passer à 20% de son poids, et augmenter progressivement en fonction de ses ressentis pour arriver à une mise en charge de 100% de son poids sur la cheville opérée à l'issue des 4 semaines de la phase de mobilisation. Durant cette période, le patient est également autorisé à retirer la botte de marche pour effectuer des exercices de mobilisation de la cheville dans des conditions sûres (en décharge et dans des amplitudes limitées). Ces exercices de mobilisation concernent dans un premier temps la flexion dorsale et l'éversion, puis rapidement la flexion plantaire et l'inversion sont introduites.

Le patient peut passer à la phase suivante lorsque la mise en charge totale et sans douleur dans la botte de marche est possible, et que le gonflement a disparu ou fortement diminué.

Phase 3 : Rééducation

La phase de rééducation commence aux alentours de la septième semaine après la chirurgie, pour une durée d'environ 3 semaines. À partir de cette phase, le patient peut retirer la botte de marche mise en place précédemment.

Durant cette phase, le patient poursuit les exercices de mobilité articulaire initiés lors de la phase précédente, en augmentant progressivement leur difficulté.

Des exercices de renforcement musculaire sont également proposés, déclinables en exercices d'endurance musculaire en fonction des modalités appliquées à ceux-ci. Le renforcement musculaire vise les muscles fléchisseurs plantaires, fléchisseurs dorsaux, éverseurs, inverseurs, ainsi que les fléchisseurs et extenseurs de l'hallux et des orteils. D'autres groupes musculaires sont parfois sollicités en fonction des exercices, certains étant plus axés sur un travail analytique localisé, et d'autres visant un renforcement plus global. Pour adapter les exercices de renforcement musculaire en exercices d'endurance musculaire, il suffira de reprendre les mêmes exercices en adaptant ses modalités. Les séries de 10 répétitions deviendront des séries de 20 répétitions, le poids ou la résistance sera diminué pour les exercices concernés, le temps de repos entre deux séries sera lui aussi diminué, et il sera demandé au patient d'être attentif à faire des mouvements fluides, lents et contrôlés, augmentant ainsi la durée pendant laquelle le muscle est sollicité.

Le patient travaillera également sur sa marche afin de rendre celle-ci symétrique et indolore en dehors de la botte de marche.

Finalement, des exercices d'équilibre sont aussi proposés lors de cette phase.

Afin de pouvoir accéder à la phase suivante, il est attendu du patient qu'il ait une marche symétrique et indolore, un bon équilibre, une mobilité complète ainsi qu'une bonne récupération de force.

Phase 4 : Réathlétisation

À partir de la dixième semaine post-opératoire et jusqu'à la douzième environ, le patient continue et intensifie sa rééducation, dans le but de pouvoir retourner à ses activités physiques à l'issue de celle-ci.

Dans cette phase de réathlétisation, l'intensité des exercices de renforcement musculaire augmente progressivement pour tendre à une récupération complète de la force musculaire du membre opéré par rapport au membre sain.

Le patient commence aussi des exercices proprioceptifs dans le but de retrouver la fonctionnalité de l'articulation.

Le jogging et le vélo peuvent également être initiés durant cette phase, suivi par un réentraînement à la course à pied lorsque le jogging est maîtrisé et indolore.

Sont ensuite proposés des exercices de pliométrie ainsi que des exercices spécifiques au sport ou à l'activité physique antérieure du patient, en vue d'une reprise sportive.

Par souci de temps et de charge de travail, le jogging, le réentraînement à la course à pied, le vélo, la pliométrie et les exercices spécifiques au sport ne seront pas traités dans ce travail.

Pour être autorisé à reprendre une activité sportive, le patient doit avoir récupéré au moins 90% de sa force et de sa fonction (en comparaison avec la cheville saine), et être capable de réaliser les exercices spécifiques à son sport correctement et sans douleur. La perception subjective du patient vis-à-vis de ses capacités à reprendre ses activités est également à prendre en compte.

Phase 5 : Retour au sport

Le retour au sport n'est pas une phase de la rééducation en tant que telle, mais le moment où le kinésithérapeute donne le feu vert au patient pour qu'il reprenne ses activités sportives, seulement en entraînement dans un premier temps. Lorsque le patient est capable de participer à ses entraînements correctement et sans douleur, il est ensuite autorisé à participer à des compétitions.

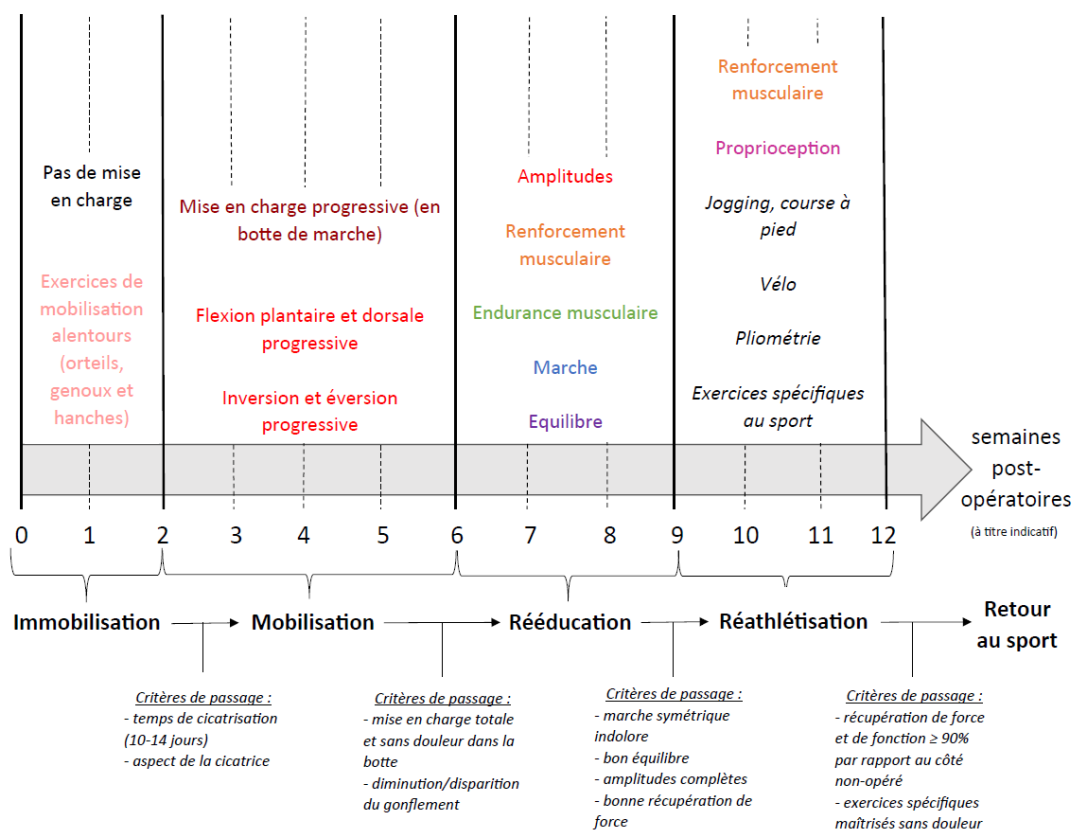


Fig. 1. Frise chronologique reprenant l'intégralité du protocole de rééducation post-réparation du LLC sur 12 semaines

Critères de passage entre les phases

Notons tout d'abord que pour chaque phase, excepté celle d'immobilisation, les critères de passage sont l'unique indicateur permettant au patient d'évoluer, les délais exprimés en semaines étant seulement mentionnés à titre indicatif. Un patient ayant atteint les objectifs d'une phase est autorisé à passer à la suivante même si cela arrive plus tôt que prévu. De la même manière, un patient n'ayant pas atteint les objectifs dans les délais indiqués ne pourra pas accéder à la phase suivante.

De plus, idéalement les évaluations permettant à un patient de passer ou non à la phase suivante de sa rééducation se font lors des séances de kinésithérapie en présentiel. Ainsi, le kinésithérapeute pourra observer et tester son patient de manière optimale, et la communication entre patient et thérapeute sera facilitée. Ci-dessous sont décrites les méthodes d'évaluation dans le cadre d'un testing à

distance. Ces méthodes sont alors transposables à une utilisation en présentiel, la transposition étant plus simple ainsi que dans le sens inverse.

Phase 1 à 2 : Immobilisation à Mobilisation

À l'issue des 2 semaines d'immobilisation, la plaie est inspectée et le patient peut alors porter une botte de marche s'il n'y a aucun problème de cicatrisation.

Phase 2 à 3 : Mobilisation à Rééducation

Le patient peut passer à la phase 3 lorsque la mise en charge totale et sans douleur dans la botte de marche est possible, et que le gonflement a disparu ou fortement diminué.

Afin d'évaluer la mise en charge, il est demandé au patient d'envoyer au kinésithérapeute une vidéo montrant sa marche sous plusieurs angles. Ainsi, il sera possible d'évaluer visuellement les potentielles asymétries de la marche, comme une différence de longueur du pas, du balancement des bras ou de la stabilité du tronc.

La douleur lors de la mise en charge est évaluée grâce à une échelle visuelle analogique (EVA).

Le gonflement quant à lui est évalué visuellement par le kinésithérapeute, via une vidéo ou plusieurs photos prises sous différents angles du pied du patient, en comparaison au pied contro-latéral qui sert de référence.

Phase 3 à 4 : Rééducation à Réathlétisation

Le patient peut accéder à la phase de réathlétisation lorsqu'il a une marche symétrique et indolore, un bon équilibre, une mobilité complète ainsi qu'une bonne récupération de force.

L'équilibre et la marche peuvent être évalués à l'aide du test de Tinetti, en utilisant les items 4 à 9 pour l'équilibre et 10 à 19 pour la marche.

La douleur à la marche est ici aussi évaluée grâce à une EVA.

La mobilité articulaire peut soit être mesurée à l'aide d'un goniomètre si l'évaluation est faite chez le kinésithérapeute ou si le patient est accompagné d'une tierce personne sachant utiliser cet outil, soit par appréciation visuelle du kinésithérapeute ou médecin suivant le patient, via une vidéo démontrant les

amplitudes articulaires de la cheville opérée en comparaison avec celles de la cheville non-opérée.

Pour finir, la force sera quant à elle mesurée grâce à l'échelle d'évaluation MRC. Les groupes musculaires évalués sont les fléchisseurs plantaires, fléchisseurs dorsaux, inverseurs, éverseurs, ainsi que fléchisseurs et extenseurs de l'hallux et fléchisseurs des orteils.

Phase 4 à 5 : Réathlétisation à Retour au sport

Pour être autorisé à reprendre une activité sportive, le patient doit avoir récupéré au moins 90% de sa force et de sa fonction (en comparaison avec la cheville non opérée), et être capable de réaliser les exercices spécifiques à son sport correctement et sans douleur. Les perceptions subjectives du patient, qu'elles soient d'ordre physiques, psychologiques ou contextuelles, vis-à-vis de ses capacités à reprendre ses activités sont également à prendre en compte.

De même que pour l'étape précédente, la force musculaire est mesurée grâce à l'échelle d'évaluation MRC, et la douleur lors des exercices grâce à une EVA.

La fonction sera en partie évaluée via le questionnaire « Foot and Ankle Disability Index » (FADI). Il s'agit d'un questionnaire standardisé qui mesure la capacité fonctionnelle, la douleur et l'impact sur les activités quotidiennes liées aux affections du pied et de la cheville. Selon Eechaute et al. (45), le questionnaire FADI est l'outil d'auto-évaluation le plus approprié pour quantifier l'incapacité fonctionnelle chez les patients souffrant d'ICC. D'autres tests fonctionnels, évoqués par Pearce et al. (26), pourront être utiles à l'évaluation fonctionnelle du patient. Parmi eux, le saut en longueur sur une jambe, le triple saut en longueur (dans la direction avant ou latérale), le saut en hauteur vertical, le drop jump (saut depuis une hauteur, suivi d'un saut vertical), le saut croisé, le saut sur 6 mètres ou le saut d'escalier, en fonction des exigences spécifiques au sport. De cette manière, en utilisant des exercices adaptés au sport pratiqué par le patient et des évaluations fonctionnelles ciblées pour la reprise d'activité envisagée, il est possible de proposer au patient des exercices et évaluations individualisés et spécifiques, favorisant ainsi un retour au sport en toute tranquillité pour le patient.

Fréquence et durée

Concernant la durée de la prise en charge post-opératoire, comme précisé plus haut, les délais indiqués pour chaque phase du protocole sont donnés à titre indicatif. En effet, seuls les critères de passages décrit dans le paragraphe précédent font foi. Le protocole est prévu sur une durée théorique de 12 semaines, soit 84 jours, pouvant ainsi être diminuée ou augmentée en fonction des évolutions de chaque patient.

Durant sa période de rééducation, le patient est invité chaque jour à réaliser en moyenne quatre exercices, en fonction de la phase dans laquelle il se trouve. Dans le cas d'une rééducation hybride entre distanciel et présentiel, aucun exercice n'est donné au patient les jours où il se rend chez son kinésithérapeute.

Sélection des exercices

Construire le squelette du protocole a mis en évidence les différents types d'exercices à proposer : mobilisation des articulations alentours, mise en charge, mobilité articulaire, renforcement musculaire, endurance musculaire, marche, équilibre, proprioception, pliométrie, et exercices spécifiques au sport. Ce mémoire propose un panel d'exercices pour chaque modalité, à l'exception des exercices pliométriques et spécifiques au sport. Certains exercices ont été sélectionnés parmi ceux déjà présents sur l'application de télé-rééducation. Les autres exercices ont été imaginés ou sélectionnés à l'aide de bibliothèques d'exercices en ligne et de cours universitaires suivis. Ensuite, un tri a été effectué parmi tous les exercices sélectionnés afin de conserver les plus pertinents et faciles à exécuter à domicile. Pour finir, 65 exercices ont été retenus : deux exercices visant à mobiliser les articulations alentour (hanches, genoux, orteils), un exercice de mise en charge, douze exercices de mobilité articulaire, vingt-deux exercices de renforcement musculaire déclinables en exercices d'endurance musculaire, huit exercices autour de la marche, dix exercices d'équilibre, et dix exercices de proprioception. Chaque exercice est défini par son objectif thérapeutique (mobilité, renforcement musculaire...) ainsi que par sa charge en fonction de la difficulté et/ou du risque d'inflammation (tableau 2). Ils ont par la suite pu être répartis parmi les différentes phases de la rééducation (tableau 3).

Tableau 2

Définition des niveaux de charge

Charge	Définition	Risque de douleur/inflammation	Phase
0	Pas de charge	Pas/peu de risque	1 : Immobilisation
1	Charge faible, mobilisation	Peu de risque	2 : Mobilisation
2	Charge modérée	Risque modéré	3 : Rééducation
3	Charge élevée	Risque élevée	4 : Réathlétisation

Tableau 3Exercices par phases de rééducation (*en italique : exercices repris de l'application*)

	1 : Immobilisation	2 : Mobilisation	3 : Rééducation	4 : Réathlétisation
Mobilisation des articulations alentours	- <i>Wiggle toes</i> - <i>Knee extension in a sitting position</i>	/	/	/
Mise en charge	/	- Progressive weight acceptance in walking boot	/	/
Mobilité	/	- <i>Circulation</i> - <i>No load eversion</i> - <i>Ankle circle</i> - <i>Sitting dorsiflexion with towel</i> - <i>Eversion ankle sweep - sitting</i>	- <i>No load inversion</i> - <i>Inversion ankle sweep - sitting</i> - <i>Gravity helped dorsiflexion on a step</i> - <i>Sitting on heels</i> - <i>Front lunge on knees</i> - <i>Anterior tibialis stretch</i> - <i>Soleus stretch - standing wall</i>	/

<p style="text-align: center;">Renforcement musculaire</p>	/	/	<ul style="list-style-type: none"> - Standing eversion - Standing inversion - <i>Squat</i> - <i>Small side lunges</i> - Dorsiflexion against a wall - Standing dorsiflexion - <i>Resisted ankle dorsiflexion</i> - Plantar flexion with ball against a wall - Plantar flexion with theraband - Sitting plantar flexion with weight - <i>Heel raises</i> - Sitting inversion - Eversion with ball against a wall - Resisted ankle eversion - Standing plantar flexion with theraband - Standing plantar flexion with ball - <i>Ankle plantar flexion on step</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Standing eversion - Standing inversion - <i>Squat</i> - <i>Small side lunges</i> - Dorsiflexion against a wall - Standing dorsiflexion - <i>Resisted ankle dorsiflexion</i> - <i>1-Legged Heel Raises on the floor</i> - Plantar flexion with ball against a wall - Plantar flexion with theraband - Sitting plantar flexion with weight - <i>Heel raises</i> - Plantar flexion in squat position - Sitting inversion - <i>Isotonic ankle inversion with theraband - sitting</i> - Eversion with ball against a wall - Resisted ankle eversion - Standing plantar flexion with theraband - Standing plantar flexion with feet outwards - Standing plantar flexion with ball - <i>Ankle plantar flexion on step</i> - <i>Bridging - single leg Supine - straight leg</i>
<p style="text-align: center;">Endurance musculaire</p>	/	/	<p>Reprendre et répéter les exercices de renforcement en adaptant les modalités comme expliqué ci-dessus.</p>	/

<p>Marche</p>	/	/	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Standing weight acceptance</i> - <i>Foot unwinding exercise</i> - <i>Step length exercise</i> - <i>Walking on heels</i> - <i>Tiptoeing</i> - <i>Hard cross walk</i> - <i>Throwing a ball while walking</i> - <i>Knee rising walk</i> 	/
<p>Equilibre</p>	/	/	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Semi-tandem on stable surface</i> - <i>Tandem on stable surface</i> - <i>Semi-tandem on unstable surface</i> - <i>Tandem on unstable surface</i> - <i>Single leg standing balance with 0 hand support</i> - <i>Single leg standing balance with unstable surface</i> - <i>Unipodal clock</i> - <i>Plantar flexion on unstable surface</i> - <i>Rolling a ball with one foot</i> - <i>Hopscotch</i> 	/
<p>Proprioception</p>	/	/	/	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Unipodal jumps</i> - <i>Feet together with eyes closed</i> - <i>Runner</i> - <i>Plane on one foot</i> - <i>Squat on unstable surface</i> - <i>Jumping on one leg - forward</i> - <i>Jumping on one leg - backward</i> - <i>Jumping on one leg - side</i> - <i>One leg on uneven surface - moving</i> - <i>One leg on uneven surface - ball</i>

Instructions

Comme mentionné précédemment, chaque exercice est accompagné d'instructions pour en faciliter l'exécution. Ces instructions comprennent la position de départ de l'exercice, les différentes étapes détaillées, ainsi que certains conseils quand nécessaire. Les conseils concernent majoritairement des compensations potentielles auxquelles le patient devra être attentif, quelques erreurs d'exécution fréquentes ou encore des modifications que le patient peut apporter à l'exercice pour en ajuster la difficulté. Pour chaque exercice proposé, les instructions ont été rédigées en français et en anglais (annexe 2).

Tableau 4

Exemples d'instructions (en français et en anglais) pour l'exercice « Front lunge on knees »

Front lunge on knees	
<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none">- Au sol, mettez-vous en position de fente : le genou côté sain à terre, cheville opérée devant- Les genoux sont à 90°- Le genou côté opéré est dans l'alignement du talon <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none">1. Avancez le bassin pour que le genou dépasse l'alignement du talon, autant que possible jusqu'à sentir de la résistance ou une douleur2. Tenez la position 3 secondes3. Revenez à la position de départ4. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none">- Mettez un coussin sous le genou au sol si l'appui est inconfortable- Gardez le haut du corps droit durant tout l'exercice- Les hanches ne doivent pas tourner et regardent droit devant pendant tout l'exercice- Respectez le seuil de la douleur	<p>Starting position:</p> <ul style="list-style-type: none">- On the floor, get on a lunge position: your affected ankle ahead and the other knee on the floor- Knees are bent at 90°- Your affected side knee is in line with the heel <p>Instructions:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Move your hip forwards so that your knee pass your heel, as far as you can until you feel pain or a resistance2. Hold this position for 3 seconds3. Return to the starting position4. Repeat <p>Tips:</p> <ul style="list-style-type: none">- Put a pillow under your knee if the position feels uncomfortable- Keep your upper body stable throughout the exercise- Make sure your hips don't rotate and keep looking forward- Respect pain threshold

Vidéos

Une fois les instructions des différents exercices rédigées, des vidéos ont pu être filmées, de courte durée (en moyenne entre 10 et 30 secondes par vidéo) et sans son. Ainsi, pour chaque exercice, le patient trouvera en plus des instructions écrites, une vidéo reprenant la position de départ de l'exercice ainsi qu'une démonstration lente et claire de celui-ci. Pour les exercices unilatéraux, une vidéo a été tournée indépendamment pour le côté droit et le côté gauche, afin de pouvoir individualiser au mieux les exercices proposés au patient et ainsi faciliter sa compréhension. Une capture d'écran de chaque exercice est également disponible.



Fig. 2. Exemple de capture d'écran pour l'exercice « Front lunge on knees – Left leg »

Test des exercices

Afin de s'assurer que les instructions et vidéos sont compréhensibles et que les exercices sont réalisables par tous, elles ont été présentées individuellement à un groupe contrôle de quatre sujets sains d'âges et de genres différents, ne faisant pas partie du monde médical ou sportif. Ce groupe comprenait une femme âgée de 24 ans, un homme de 30 ans, une femme de 59 ans, et un homme de 66 ans. Les erreurs d'exécution et incompréhensions relevées ont alors permis de modifier les instructions concernées en conséquence (annexe 4). Notons que seuls les nouveaux exercices (ceux n'ayant pas été repris sur l'application) ont été testés par ce groupe contrôle.

Implémentation

Une fois les instructions rédigées et les vidéos tournées pour chaque exercice, les 65 exercices ont pu être implémentés dans l'application de télé-rééducation. Une fois les exercices ajoutés dans l'application, un plan de prise en charge a été créé, reprenant un par un les 84 jours (12 semaines) de rééducation. Chaque jour, il est proposé au patient de réaliser en moyenne quatre exercices en fonction de la phase de rééducation à laquelle il se trouve. A partir du protocole par défaut proposé, les kinésithérapeutes ayant accès au tableau de bord de l'application pourront à tout moment adapter le nombre de séries et de répétitions, mais aussi sélectionner ou désélectionner les exercices qu'ils souhaitent donner à leurs patients en fonction de leur évolution respective.

Clear row	Active exercises	Day	Message	Step min	Step max	Circulation	Heel raises	Ankle circle	Foot pump (b)	Resisted ankle eversion	Resisted ankle inversion	Small side lunges	Bridging on pedal alternate	Calf stretching	Wiggle toes
<input type="checkbox"/>	0	0	<input type="checkbox"/>	Step min	Step max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>	0	1	<input checked="" type="checkbox"/>	Step min	Step max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>	0	2	<input checked="" type="checkbox"/>	Step min	Step max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>	0	3	<input checked="" type="checkbox"/>	Step min	Step max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>	0	4	<input checked="" type="checkbox"/>	Step min	Step max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="checkbox"/>	0	5	<input checked="" type="checkbox"/>	Step min	Step max	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fig. 3. Capture d'écran d'un tableau de bord de prescription des exercices de l'application

Individualisation du programme

Comme évoqué ci-dessus, le programme d'exercices proposé au patient est adaptable à tout moment par le kinésithérapeute. Ainsi, le programme de chaque patient pourra être individualisé en fonction de ses besoins et capacités, afin d'optimiser sa rééducation. Pour ce faire, l'application donne accès quotidiennement aux patients à des questionnaires d'évaluation de la douleur, ainsi qu'à une messagerie pour permettre une bonne communication entre patient et thérapeute.

V. Avis des experts

Professionnels rencontrés

Adèle Lardinois : Kinésithérapeute du sport spécialisée en prévention des blessures chez les coureurs, coach sportive et préparateur physique.

Elodie Fally : Kinésithérapeute du sport formée en thérapie manuelle, kinésithérapeute pour la Fédération Francophone Belge de Judo et pour le Club Alpin Belge, et enseignante à l'UCLouvain en thérapie manuelle et en kinésithérapie du sport.

Julien Liens : Kinésithérapeute du sport et traumatologie, formé en prévention des blessures en course à pied et dans le diagnostic et le traitement plus spécifique du coureur

Dr. Giovanni Manzi : Chirurgien spécialiste du membre inférieur, tout particulièrement du pied et de la cheville. Également enseignant et chercheur dans le domaine de la chirurgie du pied et de la cheville, et membre des principales sociétés savantes nationales et internationales.

Dr. Yoann Varenne : Chirurgien de la cheville et du pied, formé à la chirurgie conventionnelle, mini-invasive et percutanée, et spécialisé dans les techniques arthroscopiques du pied et de la cheville notamment pour la chirurgie du sportif.

Questions posées

Les entretiens ont tous été effectués à distance via Microsoft Teams. Il s'agissait d'entretiens semi-directifs d'une durée moyenne de 30 minutes, avec une première partie de présentation du projet et du protocole, et une seconde partie où les cinq questions ci-dessous ont été posées aux experts dans cet ordre.

1. Selon vous, dans quelle mesure un outil digital tel qu'une application mobile peut-il permettre d'améliorer l'adhérence des patients opérés d'une réparation du LLC à leurs exercices à domicile ? Voyez-vous des avantages ou inconvénients à un tel outil ?

2. Selon vous, quels sont les types d'exercices, recommandations générales, objectifs et règles de sécurité à privilégier dans la rééducation post-réparation du LLC ?

3. Pensez-vous que des patients ayant subi cette chirurgie pourraient suivre en toute sécurité le protocole d'exercice à domicile proposé, dont le programme sera individualisé pour chaque patient par un kinésithérapeute ?

4. Après analyse du protocole de télé-rééducation proposé, notamment des délais entre chaque phase de rééducation et leur contenu, celui-ci serait-il selon vous applicable et adapté à une majorité de patients opérés d'une réparation du LLC ?

5. Selon vous, que pourrait-on ajouter à ce programme pour l'améliorer et/ou le rendre plus réalisable ou efficace ?

Résumé des réponses récoltées

À la suite des entretiens, les réponses des experts ont été retranscrites manuellement. Ensuite, pour chaque question, les avis de chacun ont été regroupés et résumés afin d'en ressortir les points importants.

1. Selon vous, dans quelle mesure un outil digital tel qu'une application mobile peut-il permettre d'améliorer l'adhérence des patients opérés d'une réparation du LLC à leurs exercices à domicile ? Voyez-vous des avantages ou inconvénients à un tel outil ?

Chez les kinésithérapeutes interrogés, la question de l'adhérence apporte des réponses mitigées. Selon l'un d'entre eux, avoir un suivi afin de savoir si le patient a fait ou non ses exercices pourrait participer à améliorer l'adhérence, car chez certains la frustration de se savoir surveillé peut motiver. Selon un autre, ce qui joue réellement sur l'adhérence d'un patient à ses exercices ce n'est pas tellement les

outils qu'on lui propose, mais en grande partie le fait qu'il soit quelqu'un de rigoureux ou non. Celui-ci évoque également l'importance d'un suivi lorsque l'on propose des outils digitaux. Le troisième kinésithérapeute exprime quant à lui sans réserve que ce genre de système pourrait selon lui bel et bien améliorer l'adhérence.

Selon un des chirurgiens, un outil digital peut permettre d'améliorer le suivi des patients et leur adhérence. L'autre chirurgien quant à lui dit ne pas être certain qu'un tel outil améliore réellement l'adhérence des patients, bien que cela puisse peut-être en motiver certains. Selon lui, il s'agit surtout d'un outil permettant aux patients de travailler plus, et donc d'améliorer et d'optimiser la récupération.

Différents avantages de ce genre d'outils ont été cités. Il s'agit notamment de la facilité d'organisation pour les patients, en particulier ceux ayant des emplois du temps chargés ou compliqués. De plus, ces outils résolvent le problème des patients qui oublient comment exécuter leurs exercices. Ils permettent également de réaliser à domicile certaines étapes qui ne nécessitent pas une présence chez le kinésithérapeute, et ainsi d'optimiser la rééducation. En outre, ils favorisent l'autonomisation et la responsabilisation du patient, en séquençant la rééducation et en offrant un cadre précis à la fois au patient et au thérapeute. Ces outils peuvent également être rassurants, notamment à une époque où l'on rencontre de plus en plus de patients sportifs très exigeants. Enfin, ces outils offrent la possibilité de poursuivre la rééducation pour des patients vivant dans des zones sous-dotées en kinésithérapeutes, mais aussi une meilleure efficacité par rapport aux exercices donnés oralement. Ils permettraient également de répondre aux besoins des patients les plus exigeants et demandeurs de travail.

Concernant les inconvénients, les différents professionnels ont mentionné la gestion par le patient de sa douleur et de son gonflement, l'absence de thérapie manuelle (notamment de décoaptations ou autres mobilisations passives) pour gérer l'ankylose en sortie d'immobilisation ainsi que la difficulté d'évaluation du patient dans le cadre d'une rééducation 100% distancielle, l'impossibilité de pouvoir corriger les patients lors de leurs exercices, la difficulté à prendre en compte les différences inter-individuelles, ainsi que l'absence de contact humain.

2. Selon vous, quels sont les types d'exercices, recommandations générales, objectifs et règles de sécurité à privilégier dans la rééducation post-réparation du LLC ?

Les kinésithérapeutes s'accordent sur les différents axes de rééducation : mobilisation, renforcement musculaire (spécifique et plus global), endurance musculaire et cardio-training, marche, et enfin proprioception. L'un d'entre eux mentionne cependant qu'un patient n'est pas l'autre, et qu'il est important de donner des exercices simples et faciles à comprendre.

Un des chirurgiens mentionne trois points importants à la rééducation : la balnéothérapie, la mobilisation (notamment des articulations sub-talaires et tibio-taliennes), ainsi que le renforcement musculaire. De plus, il interdit l'éversion et l'inversion avant six semaines post-opératoires. L'autre chirurgien donne beaucoup de libertés à ses patients et peu de consignes restrictives. Il préconise au patient de ne pas trop en faire durant les quinze premiers jours suivants la chirurgie, dans le but de pouvoir atteindre assez rapidement une cheville peu gonflée et indolore, qui permettra d'entamer la rééducation. Il insiste néanmoins beaucoup sur la cryothérapie durant ces quinze premiers jours. Ses patients doivent aussi pendant ces deux premières semaines porter le dispositif d'immobilisation pendant la nuit, afin d'éviter la position en équin. Ce chirurgien ne fournit pas de protocole pré-établi et dit surtout faire confiance aux kinésithérapeutes et aux patients, qui s'adaptent en fonction du rythme de progression.

3. Pensez-vous que des patients ayant subi cette chirurgie pourraient suivre en toute sécurité le protocole d'exercice à domicile proposé, dont le programme sera individualisé pour chaque patient par un kinésithérapeute ?

Selon deux des kinésithérapeutes, les patients ayant subi une réparation du LLC pourraient suivre un tel protocole en toute sécurité. Ils ont cependant tous deux insisté sur l'importance de communiquer au préalable avec le patient quant à sa capacité à s'écouter, au calibrage de sa douleur, à la façon de doser son effort et aux risques auxquels il s'expose s'il décide d'en faire plus que de raison. Le troisième kinésithérapeute quant à lui souligne le risque de perdre en efficacité à vouloir à tout prix assurer la sécurité.

Les deux chirurgiens s'accordent à dire que ce protocole serait tout à fait adapté.

4. Après analyse du protocole de télé-rééducation proposé, notamment des délais entre chaque phase de rééducation et leur contenu, celui-ci serait-il selon vous applicable et adapté à une majorité de patients opérés d'une réparation du LLC ?

Les trois kinésithérapeutes sont d'avis que le protocole de rééducation proposé serait applicable à une majorité de patients. L'un d'entre eux évoque tout de même l'importance d'une première séance en présentiel afin de jauger le patient et de voir avec celui-ci si une rééducation de ce type conviendrait. Les deux autres kinésithérapeutes mentionnent les limites que pourrait avoir ce protocole chez les sportifs de plus haut niveau. Selon l'un, il serait peut-être nécessaire avec cette patientèle d'aller au-delà des 12 semaines proposées. Selon l'autre, la limite viendrait des critères de passage très globaux, qui diminuent l'efficacité et la sécurité du testing, compromettant ainsi l'évolution de certains patients ayant des demandes plus importantes. Ce dernier mentionne bien cependant la difficulté de la mise en place de matériel de testing plus poussé, qui demande plus de financement, plus de temps, des formations spécifiques, et qui ne serait donc pas faisable à domicile.

Les deux chirurgiens s'accordent à dire que le protocole serait applicable à une majorité de patients. L'un d'entre eux évoque tout de même de potentielles difficultés avec une population plus sédentaire ou plus âgée, moins familière au milieu du sport et qui aurait donc besoin de plus d'accompagnement.

5. Selon vous, que pourrait-on ajouter à ce programme pour l'améliorer et/ou le rendre plus réalisable ou efficace ?

Plusieurs pistes d'amélioration ont été évoquées. Afin de faciliter l'intégration d'exercices spécifiques à différents sports tout en proposant des programmes complets, un des kinésithérapeutes évoque l'existence de programmes pré-faits, par exemple pour la reprise de la course à pied. Ce même kinésithérapeute mentionne qu'il a été montré récemment que le cardio-training serait à intégrer à tout type de rééducation, car il permet d'améliorer les patients pour tout type de pathologie. Un autre mentionne l'importance d'une bonne évaluation du patient à la sortie de la botte, notamment de la mobilité, de l'inhibition musculaire, de la marche, ou encore de l'appréhension du patient. Ainsi, cela permettrait de mieux diriger la suite du programme. Le dernier kinésithérapeute quant à lui trouverait

intéressant d'intégrer au testing de retour au sport un testing général des membres inférieurs, comprenant notamment les genoux, les hanches et le dos. Il ajouterait également un testing de l'explosivité de la cheville.

Selon l'un des chirurgiens, il serait possible de laisser les patients se mettre en appui plus tôt. De la même manière, la période d'immobilisation relative en botte de marche pourrait être réduite d'une ou deux semaines. Selon lui, il serait aussi possible d'utiliser une attelle type A2T à la place de la botte de marche. Ce chirurgien mentionne également qu'il pourrait être pertinent d'ajouter aux critères de passage de la réathlétisation au retour au sport un test isocinétique, à réaliser entre trois et quatre mois après la chirurgie. Ainsi, si le patient présente un déficit de force inférieur à 15%, il sera autorisé à reprendre les sports de pivots ou de changements de direction. Le second chirurgien est également d'avis qu'une mise en charge plus précoce est possible, directement après la chirurgie. Cependant, il nuance son avis en évoquant les différents types de chirurgie, qui demandent différents types de prise en charge. Selon lui, un système de récompenses intégré à l'application pourrait aider à maintenir et/ou améliorer la motivation et donc l'adhérence des patients. De son avis, le seul moyen d'améliorer le protocole serait de le tester et de le comparer à une rééducation classique en cabinet. Pour se faire, il propose des tests à différentes échéances, visant notamment la récupération de la force musculaire ou de la pliométrie. Il évoque également le Ankle-GO Score, un score prédictif de retour au sport récent. Un score insuffisant serait alors prédictif de récidives.

Pistes d'amélioration et modifications apportées après les interviews

La première faiblesse et piste d'amélioration mentionnée était l'absence de mobilisation manuelle. En effet, dans le cadre d'une rééducation 100% distancielle, le patient ne pourra pas bénéficier de thérapie manuelle. Néanmoins, ce protocole étant idéalement prévu pour une utilisation hybride comme mentionné plus haut, il est tout à fait possible de prévoir des mobilisations passives de l'articulation lors des séances en présentiel. Cette absence de mobilisation passive est une des raisons pour laquelle il est préconisé d'utiliser ce protocole de façon hybride. L'intérêt de l'ajout de la télé-rééducation étant d'optimiser la présence du kinésithérapeute et son savoir-faire lors des séances en présentiel, le kinésithérapeute pourra alors, par

exemple, davantage se concentrer sur la mobilisation passive par rapport au temps qui aurait pu y être accordé dans une rééducation traditionnelle.

Ensuite, les chirurgiens ont évoqué l'absence de balnéothérapie et de cryothérapie. Malheureusement, pour les patients ou les cabinets de kinésithérapeutes ne disposant pas de piscine, il serait difficile de proposer des exercices de balnéothérapie. Cependant, pour ceux disposant d'une piscine à domicile ou au cabinet, ou pour ceux qui pourraient au cours de leur rééducation se rendre dans des piscines publiques, il pourrait être intéressant de créer au sein de protocole global un protocole de balnéothérapie. Ainsi, les patients qui le souhaitent et le peuvent pourraient ajouter de la balnéothérapie à leur rééducation et profiter de ses bénéfices.

Concernant la cryothérapie, bien que ne possédant pas à domicile certaines machines de cryothérapie trouvables en cabinet, il est possible pour les patients d'appliquer une poche de glace sur la cheville opérée plusieurs fois par jour pendant les deux semaines suivant la chirurgie. Cette instruction a alors été ajoutée au protocole de prise en charge post-opératoire.

Le calibrage de la douleur et de l'intensité de l'effort à distance était une inquiétude rencontrée chez les kinésithérapeutes. En conséquence, un module d'informations sur le sujet à destination des patients pourra être ajouté. Néanmoins, bien que les patients soient informés et qu'un contrôle quotidien de la douleur soit présent, il reste difficile de pouvoir surveiller le patient et ses ressentis à distance. C'est ici encore une des raisons pour laquelle il est préconisé d'utiliser ce protocole de façon hybride.

L'un des kinésithérapeutes ainsi qu'un des chirurgiens mentionnent la difficulté de fournir un testing complet et qualitatif à domicile. En effet, un testing fiable serait trop compliqué et trop coûteux à réaliser, même en cabinet ou dans le cadre d'une rééducation traditionnelle. Cependant, le chirurgien mentionne aussi l'existence d'un score prédictif de retour au sport, publié après l'élaboration de la première version de protocole qui a été présentée. Ainsi, le Ankle-GO Score, développé par Picot et al. (46), pourra être ajouté au protocole, parmi les critères de retour au sport. Ce score est obtenu à partir de quatre exercices facilement réalisables à domicile et sans matériel spécifique, et est disponible gratuitement sur internet. Notons aussi que réaliser les différents testings lors d'une séance en présentiel permettrait de s'assurer de leur bonne réalisation et d'en optimiser

l'interprétation. Il s'agit ici aussi d'une des raisons pour laquelle il est préconisé d'utiliser ce protocole de façon hybride.

Concernant la phase de réathlétisation, compte tenu du temps et des moyens à disposition, il était impossible dans le cadre de ce mémoire de proposer un programme de réentraînement spécifique à chaque sport. L'un des kinésithérapeutes interrogés proposait en réponse à cela l'existence de programme de réathlétisation pré-faits, spécifiques à un sport. Intégrer ce genre de programme au protocole permettrait de le rendre plus complet et plus spécifique à chaque patient. Ces programmes présentent une piste d'amélioration à approfondir à l'avenir.

Une autre piste d'amélioration concerne le cardio-training. Celui-ci présenterait un bénéfice dans tout type de rééducations. Ici aussi, dans un modèle 100% distancielle, ce genre d'exercices seraient trop compliqués à mettre en place à domicile. Cependant, dans un modèle hybride, le cardio-training pourrait être ajouté aux points à travailler lors des séances en présentiel. La difficulté à mettre en place un entraînement de type cardio-training à domicile est également une des raisons pour laquelle il est préconisé d'utiliser ce protocole de façon hybride.

Selon plusieurs experts, la durée d'immobilisation pourrait être réduite, et la mise en charge avancée. Dans un cadre de télé-rééducation et par souci de sécurité, les deux semaines d'immobilisation seront conservées. Cette période pourra néanmoins être interrompue et raccourcie si les professionnels de santé suivant le patient en donnent l'autorisation.

Enfin, la dernière piste d'amélioration serait de tester le protocole sur plusieurs patients. Cela permettrait d'identifier d'autres limites et davantage de points à améliorer directement auprès des patients et des professionnels qui l'utiliseraient. Il serait également intéressant de mener une étude comparant ce protocole hybride à une rééducation traditionnelle, afin d'en tester l'efficacité et l'intérêt.

VI. Discussion

Rappel de l'objectif

L'objectif de ce mémoire était de fournir un plan de prise en charge post-réparation du ligament latéral de la cheville, applicable en télé-rééducation, à partir de la littérature et d'avis d'experts.

Limites de l'étude

Au-delà des différentes pistes d'amélioration abordées précédemment, ce travail présente d'autres limites.

Premièrement, en plus des pistes d'amélioration relevées par les experts interrogés et déjà développées plus haut, deux points supplémentaires mériteraient d'être explorés dans de futurs travaux. Compte tenu du temps et des moyens disponibles, les exercices de pliométrie (ainsi que les exercices spécifiques aux sports déjà évoqués plus haut) et le programme à appliquer lors des séances en présentiel n'ont pas pu être abordés dans le cadre de cette recherche. En effet, le protocole proposé étant idéalement conçu pour une utilisation hybride, il serait judicieux de définir d'un côté ce qui doit ou peut être fait à domicile, et d'un autre ce qui au contraire nécessite la présence du kinésithérapeute ou l'utilisation de matériel spécifique. Ainsi, il serait envisageable de créer un deuxième protocole en parallèle de celui élaboré ici. Ce second protocole établirait la liste de ce qui devrait être fait durant les séances en présentiel, et les organiserait de manière chronologique et progressive à l'image du protocole distanciel. Ces deux protocoles pourraient ainsi co-exister et couvrir l'intégralité de la rééducation post-opératoire des patients, permettant alors une meilleure continuité dans les soins, ainsi qu'une standardisation de la rééducation. En outre, offrir une gamme plus étendue et diversifiée d'exercices pourrait être un atout.

Une autre limite à ce projet, et commune à beaucoup de projets concernant la télé-rééducation, est le fait que les prises en charge en kinésithérapie sont souvent patient-dépendantes. Effectivement, bien que certaines solutions aient été mises en place pour contourner ce biais, il sera toujours plus difficile pour un kinésithérapeute de récolter certaines informations à distance que s'il se trouvait face à son patient. Ainsi, dans le cadre d'une prise en charge purement distanciel, ou avec des séances en présentiel très espacées, les processus d'évaluation du

patient ou d'adaptation du programme peuvent être plus compliqués ou moins efficaces. Cela souligne une fois de plus l'intérêt d'une utilisation hybride entre télé-rééducation et rééducation traditionnelle.

Ensuite, le manque de littérature scientifique spécifique au sujet étudié a grandement limité ce travail. De plus, peu de ces articles possèdent un haut niveau de preuve. En effet, parmi les cinq sources ayant principalement participé à la construction du protocole de prise en charge post-opératoire, on ne trouve ni revue systématique, ni méta-analyse, ni études contrôlées randomisées. Qui plus est, au sein de ces différentes sources, les avis étaient souvent divergents. Ainsi, en l'absence de nouvelles études ou de test du protocole proposé, il est difficile d'évaluer la fiabilité de ce travail. Le protocole présenté ici pourrait alors servir de base pour des études ultérieures, visant à tester les hypothèses sur lesquelles ce dernier se base.

VII. Conclusion

Grâce à des recherches dans la littérature, à la consultation de différents kinésithérapeutes et chirurgiens spécialisés, et à des tests sur un groupe contrôle, un protocole de rééducation post-réparation du ligament latéral de la cheville applicable en télé-rééducation a pu être proposé. Ce dernier a pour objectif d'autonomiser les patients et d'optimiser leur rééducation post-opératoire, afin qu'ils récupèrent mieux et plus rapidement. Le programme comprend un panel d'exercices de mise en charge, de mobilité, de renforcement musculaire, d'endurance musculaire, de marche, d'équilibre et de proprioception, répartis en quatre phases de rééducation.

Les entretiens avec différents professionnels ont mis en lumière les points forts et les faiblesses du protocole proposé, et ont permis de déterminer des pistes d'amélioration. Les experts interrogés semblaient tous enthousiastes devant ce projet, et partisans de l'utilisation d'outils digitaux. Ainsi, certains aspects du protocole ont pu être ajustés afin de l'améliorer autant que possible. Compte tenu du temps et des moyens disponibles, et de la nécessité de pouvoir adapter ces modalités à domicile, toutes les pistes d'amélioration n'ont pas pu ou ne pourront être intégrées. Néanmoins, il serait possible d'ajouter des modules d'informations concernant le calibrage de la douleur et de l'intensité de l'effort, de la cryothérapie, et d'intégrer le Ankle-GO Score au testing de retour au sport

De plus, les tests menés sur le groupe contrôle ont permis de s'assurer de la bonne compréhension et exécution des exercices proposés, permettant alors de s'assurer de la sécurité et de l'efficacité du protocole.

Pour pousser davantage ce travail et explorer de nouvelles perspectives, il serait bénéfique de mettre le protocole à l'épreuve sur un échantillon de patients afin d'évaluer son efficacité et sa sécurité. Cette démarche pourrait également ouvrir de nouvelles pistes d'amélioration.

VIII. Bibliographie

1. Herzog MM, Kerr ZY, Marshall SW, Wikstrom EA. Epidemiology of Ankle Sprains and Chronic Ankle Instability. *J Athl Train.* 1 juin 2019;54(6):603-10.
2. Kemler E, Van De Port I, Valkenberg H, Hoes AW, Backx FJG. Ankle injuries in the Netherlands: Trends over 10–25 years. *Scand J Med Sci Sports.* juin 2015;25(3):331-7.
3. Kerkhoffs GMMJ, Van Dijk CN. Acute Lateral Ankle Ligament Ruptures in the Athlete. *Foot Ankle Clin.* juin 2013;18(2):215-8.
4. Fong DTP, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A Systematic Review on Ankle Injury and Ankle Sprain in Sports: *Sports Med.* 2007;37(1):73-94.
5. Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, Hertel J, Ryan J, Bleakley C. The Incidence and Prevalence of Ankle Sprain Injury: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Epidemiological Studies. *Sports Med.* janv 2014;44(1):123-40.
6. Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, Docherty CL, Fourchet F, Fong DTP, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains. *Br J Sports Med.* déc 2016;50(24):1496-505.
7. Kucera KL, Marshall SW, Wolf SH, Padua DA, Cameron KL, Beutler AI. Association of Injury History and Incident Injury in Cadet Basic Military Training. *Med Sci Sports Exerc.* juin 2016;48(6):1053-61.
8. Tanen L, Docherty CL, Van Der Pol B, Simon J, Schrader J. Prevalence of Chronic Ankle Instability in High School and Division I Athletes. *Foot Ankle Spec.* févr 2014;7(1):37-44.
9. Dhillon MS, Patel S, Baburaj V. Ankle Sprain and Chronic Lateral Ankle Instability. *Foot Ankle Clin.* juin 2023;28(2):297-307.

10. Attenborough AS, Hiller CE, Smith RM, Stuelcken M, Greene A, Sinclair PJ. Chronic Ankle Instability in Sporting Populations. *Sports Med.* nov 2014;44(11):1545-56.
11. Camacho LD, Roward ZT, Deng Y, Latt LD. Surgical Management of Lateral Ankle Instability in Athletes. *J Athl Train.* 1 juin 2019;54(6):639-49.
12. Goru P, Talha S, Majeed H. Outcomes and Return to Sports Following the Ankle Lateral Ligament Reconstruction in Professional Athletes: A Systematic Review of the Literature. *Indian J Orthop.* févr 2022;56(2):208-15.
13. Kanzaki N, Chinzei N, Yamashita T, Kumai T, Kuroda R. A Novel Technique of Arthroscopic Ankle Lateral Ligament Repair Using a Knotless Suture Anchor. *Orthop J Sports Med.* 1 nov 2020;8(11):232596712096207.
14. Kerkhoffs GM, Handoll HH, De Bie R, Rowe BH, Struijs PA. Surgical versus conservative treatment for acute injuries of the lateral ligament complex of the ankle in adults. *Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 18 avr 2007 [cité 6 avr 2024]; Disponible sur: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD000380.pub2>
15. White WJ, McCollum GA, Calder JDF. Return to sport following acute lateral ligament repair of the ankle in professional athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* avr 2016;24(4):1124-9.
16. Teramoto A, Murahashi Y, Takahashi K, Watanabe K, Yamashita T. Effect of Accelerated Rehabilitation on Early Return to Sport After Arthroscopic Ankle Lateral Ligament Repair. *Orthop J Sports Med.* 1 sept 2022;10(9):232596712211216.
17. Ogutluler Ozkara G, Ozgen M, Ozkara E, Armagan O, Arslantas A, Atasoy MA. Assesment of the effectiveness of physical thraphy and rehabilitation programme starts immediately after lumbar disc surgery. *Turk Neurosurg [Internet].* 2013 [cité 6 avr 2024]; Disponible sur: http://www.turkishneurosurgery.org.tr/summary_en_doi.php3?doi=10.5137/1019-5149.JTN.8440-13.0

18. Chen AF, Stewart MK, Heyl AE, Klatt BA. Effect of Immediate Postoperative Physical Therapy on Length of Stay for Total Joint Arthroplasty Patients. *J Arthroplasty*. juin 2012;27(6):851-6.
19. Pozzi F, Snyder-Mackler L, Zeni J. Physical exercise after knee arthroplasty: a systematic review of controlled trials. *Eur J Phys Rehabil Med*. déc 2013;49(6):877-92.
20. Bassett SF. The assessment of patient adherence to physiotherapy rehabilitation. . Vol. 31.
21. Suso-Martí L, La Touche R, Herranz-Gómez A, Angulo-Díaz-Parreño S, Paris-Alemany A, Cuenca-Martínez F. Effectiveness of Telerehabilitation in Physical Therapist Practice: An Umbrella and Mapping Review With Meta-Analysis. *Phys Ther*. 4 mai 2021;101(5):pzab075.
22. Prvu Bettger J, Green CL, Holmes DN, Chokshi A, Mather RC, Hoch BT, et al. Effects of Virtual Exercise Rehabilitation In-Home Therapy Compared with Traditional Care After Total Knee Arthroplasty: VERITAS, a Randomized Controlled Trial. *J Bone Jt Surg*. 15 janv 2020;102(2):101-9.
23. Chen M, Wu T, Lv M, Chen C, Fang Z, Zeng Z, et al. Efficacy of Mobile Health in Patients With Low Back Pain: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *JMIR MHealth UHealth*. 11 juin 2021;9(6):e26095.
24. Fatoye F, Gebrye T, Fatoye C, Mbada CE, Olaoye MI, Odole AC, et al. The Clinical and Cost-Effectiveness of Telerehabilitation for People With Nonspecific Chronic Low Back Pain: Randomized Controlled Trial. *JMIR MHealth UHealth*. 24 juin 2020;8(6):e15375.
25. May NR, Driscoll M, Nguyen S, Ferkel RD. Analysis of Return to Play After Modified Broström Lateral Ankle Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 1 févr 2022;10(2):232596712110685.

26. ESKKA-AFAS Ankle Instability Group, Pearce CJ, Tourné Y, Zellers J, Terrier R, Toschi P, et al. Rehabilitation after anatomical ankle ligament repair or reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* avr 2016;24(4):1130-9.
27. Petrera M, Dwyer T, Theodoropoulos JS, Ogilvie-Harris DJ. Short- to Medium-term Outcomes After a Modified Broström Repair for Lateral Ankle Instability With Immediate Postoperative Weightbearing. *Am J Sports Med.* juill 2014;42(7):1542-8.
28. Lateral Ankle Ligament Repair New York, NY | Ligament Reconstruction New York [Internet]. [cité 6 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.sportsmedicinewyork.com/lateral-ankle-ligament-repair-orthopedic-foot-ankle-surgeon-new-york-ny.html>
29. brostromrepair.docx.pdf [Internet]. [cité 6 avr 2024]. Disponible sur: <https://www.stoneclinic.com/sites/default/files/uploads/brostromrepair.docx.pdf>
30. 30Ankle-LateralLigamentReconstruction.pdf [Internet]. [cité 13 mai 2024]. Disponible sur: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/scal-assets/scal-pt-residencyfellowship/09FootRegion/30Ankle-LateralLigamentReconstruction.pdf>
31. Hermanns C, Coda R, Cheema S, Vopat ML, Bechtold M, Tarakemeh A, et al. Review of Variability in Rehabilitation Protocols after Lateral Ankle Ligament Surgery. *Kans J Med.* 2020;13:152-9.
32. Krips R, Van Dijk CN, Halasi T, Lehtonen H, Moyon B, Lanzetta A, et al. Anatomical reconstruction versus tenodesis for the treatment of chronic anterolateral instability of the ankle joint: a 2- to 10-year follow-up, multicenter study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 30 mai 2000;8(3):173-9.
33. Bell SJ, Walthour CS, Provencher MT, Sitler D. Chronic Lateral Ankle Instability: The Broström Procedure. *Oper Tech Sports Med.* juill 2005;13(3):176-82.

34. Nery C, Raduan F, Del Buono A, Asami ID, Cohen M, Maffulli N. Arthroscopic-Assisted Broström-Gould for Chronic Ankle Instability: A Long-Term Follow-up. *Am J Sports Med.* nov 2011;39(11):2381-8.
35. Huang B, Kim YT, Kim JU, Shin JH, Park YW, Kim HN. Modified Broström Procedure for Chronic Ankle Instability With Generalized Joint Hypermobility. *Am J Sports Med.* avr 2016;44(4):1011-6.
36. Russo A, Giacchè P, Marcantoni E, Arrighi A, Molfetta L. Treatment of chronic lateral ankle instability using the Broström-Gould procedure in athletes: long-term results. *Joints.* avr 2016;04(02):094-7.
37. Lee K, Jegal H, Chung H, Park Y. Return to Play after Modified Broström Operation for Chronic Ankle Instability in Elite Athletes. *Clin Orthop Surg.* 2019;11(1):126.
38. Ferkel RD, Chams RN. Chronic Lateral Instability: Arthroscopic Findings and Long-Term Results. *Foot Ankle Int.* janv 2007;28(1):24-31.
39. Karlsson J, Lundin O, Lind K, Styf J. Early mobilization versus immobilization after ankle ligament stabilization. *Scand J Med Sci Sports.* oct 1999;9(5):299-303.
40. Karlsson J, Rudholm O, Bergsten T, Faxen E, Styf J. Early range of motion training after ligament reconstruction of the ankle joint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* sept 1995;3(3):173-7.
41. De Vries JS, Krips R, Sierevelt IN, Blankevoort L, Van Dijk CN. Interventions for treating chronic ankle instability. *Cochrane Bone, Joint and Muscle Trauma Group, éditeur. Cochrane Database Syst Rev [Internet].* 10 août 2011 [cité 6 avr 2024]; Disponible sur: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD004124.pub3>
42. Postle K, Pak D, Smith TO. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: A systematic literature and meta-analysis. *Man Ther.* août 2012;17(4):285-91.

43. Dias JM, Mazuquin BF, Mostagi FQRC, Lima TB, Silva MAC, Resende BN, et al. The Effectiveness of Postoperative Physical Therapy Treatment in Patients Who Have Undergone Arthroscopic Partial Meniscectomy: Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* août 2013;43(8):560-76.
44. Sharififar S, Ghasemi H, Geis C, Azari H, Adkins L, Speight B, et al. Telerehabilitation service impact on physical function and adherence compared to face-to-face rehabilitation in patients with stroke: A systematic review and META-ANALYSIS. *PM&R.* déc 2023;15(12):1654-72.
45. Eechaute C, Vaes P, Van Aerschot L, Asman S, Duquet W. The clinimetric qualities of patient-assessed instruments for measuring chronic ankle instability: A systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* déc 2007;8(1):6.
46. Picot B, Lopes R, Rauline G, Fourchet F, Hardy A. Development and Validation of the Ankle-GO Score for Discriminating and Predicting Return-to-Sport Outcomes After Lateral Ankle Sprain. *Sports Health.* 2024;16(1):47-57.

IX. Annexes

Annexe 1 : Récapitulatif des modalités proposées par les cinq sources utilisées pour la revue de littérature

	Pearce et al. (2016) (26)	Petrera et al. (2014) (27)	The Stone Clinic (29)	Kaiser Permanente (30)	Dr. Kennedy (28)
Mise en charge	<ul style="list-style-type: none"> - Progressive après les 2 semaines d'immobilisation, seulement dans la botte de marche. - Unilatérale à partir de 8 semaines lorsque les critères de passage sont remplis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Totale dans la botte de marche le jour de la chirurgie, jusqu'au retrait de la botte à 6 semaines post-opératoires. - Les exercices de mobilisations pendant cette période sont faits en décharge. 	<ul style="list-style-type: none"> Progressive à partir de 3 semaines post-opératoires, dans la botte de marche. 	<ul style="list-style-type: none"> Progressive à partir de 4 semaines post-opératoires, dans la botte de marche. 	<ul style="list-style-type: none"> Progressive après les 2 semaines d'immobilisation, seulement dans la botte de marche.
Mobilité	<ul style="list-style-type: none"> - Après l'immobilisation, en dehors de la botte en flexion plantaire et dorsale, inversion et éversion dans des conditions sûres (10-15° maximum, dans un support semi-rigide bilatéral) - Augmentation progressive entre 6 et 10 semaines 	<ul style="list-style-type: none"> - Dès le premier jour sans mise en charge, flexion plantaire (20° maximum) et dorsale (10°) - Éversion à partir de 3 semaines post-opératoires - Inversion à partir de 6 semaines post-opératoires 	<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation des orteils en post-opératoire immédiat - Flexion dorsale progressive entre 3 et 6 semaines post-opératoires - Flexion plantaire pas au-delà de la position neutre avant 4 semaines post-opératoires - Pas d'inversion 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexion plantaire et dorsale active et passive à partir de 4 semaines post-opératoires - Exercices actifs et contre-pesanteur de chaque mouvement à partir de 6 semaines post-opératoires 	<ul style="list-style-type: none"> - Flexion plantaire et dorsale, inversion et éversion actives après les 2 semaines d'immobilisation - Mobilisation des orteils et du genou

	post-opératoires		ni d'éversion active ou passive avant 6 semaines post-opératoires - Augmentation progressive de toutes les amplitudes actives et passives à partir de 8 semaines post-opératoires		
Renforcement musculaire	Renforcement de la cheville et du pied à partir de 6 semaines post-opératoires (tibial antérieur et postérieur, court et long fibulaire, triceps sural, muscles intrinsèques du pied)	- Quadriceps, ischio-jambiers, moyen et grand fessier et adducteurs de hanches en post-opératoire immédiat et pendant 3 semaines - Renforcement de la cheville et du pied à partir de 6 semaines post-opératoires	- Quadriceps, ischio-jambiers, moyen et grand fessier et adducteurs de hanches en post-opératoire immédiat et pendant 3 semaines - Renforcement actif de la cheville à partir de 3 semaines post-opératoires - Augmentation progressive de l'intensité à partir de 6 semaines post-opératoires	- Renforcement de la hanche et renforcement isométrique de la cheville à partir de 4 semaines post-opératoires - Exercices au poids du corps à partir de 6 semaines post-opératoires	Renforcement de la cheville et du pied à partir de 6 semaines post-opératoires (tibial antérieur et postérieur, court et long fibulaire, triceps sural, muscles intrinsèques du pied)
Endurance musculaire	/	/	/	/	À partir de 6 semaines post-opératoires
Marche	- Autorisée dans la botte après	- Autorisée dans la botte en post-opératoire	Autorisée dans la botte à partir de 3 semaines	Réentraînement à la marche à partir de 4	- Autorisée dans la botte après

	l'immobilisation - Interdite sans la botte avant 6 semaines post-opératoires - Réentraînement à la marche pendant la 1 ^{ère} phase de rééducation	immédiat et pendant 6 semaines - Réentraînement à la marche à partir du retrait de la botte à 6 semaines post-opératoires	post-opératoires	semaines post-opératoires	l'immobilisation - Interdite sans la botte avant 6 semaines post-opératoires - Réentraînement à la marche pendant la 1 ^{ère} phase de rééducation
Equilibre	À partir de 6 semaines post-opératoires	/	À partir de 6 semaines post-opératoires	À partir de 6 semaines post-opératoires	/
Proprioception	À partir de 6 semaines post-opératoires	À partir de 6 semaines post-opératoires	- À partir de 3 semaines post-opératoires - Augmentation progressive jusqu'à 12 semaines post-opératoires	À partir de 6 semaines post-opératoires	À partir de 6 semaines post-opératoires
Pliométrie	- À partir de 8 semaines post-opératoires, lorsque le patient est capable d'effectuer 25 montées sur pointe de pied unilatérales	À partir de 3 mois post-opératoires	À partir de 3 mois post-opératoires	À partir de 3 mois post-opératoires	/
Exercices spécifiques au sport	À partir de 16 semaines post-opératoires, lorsque le patient est capable de faire du jogging sans douleur	À partir de 3 mois post-opératoires	/	À partir de 3 mois post-opératoires	À partir de 10 semaines post-opératoires

Annexe 2 : Instructions en français et en anglais pour chaque exercice (*en italique*
: *instructions reprises de l'application*)

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/17IC34S6gmQt7HNc10E6NqQD9abIzNtfoqlqloBihpk/edit?usp=sharing>



Annexe 3 : Lien vers 6 vidéos d'exercices

<https://drive.google.com/drive/folders/1Zn1ox1e5OnQjf1NAKLACAZ6nNdoJvcTy?usp=sharing>



Annexe 4 : Résultats des tests sur le groupe contrôle et modifications apportées (*en italique*) aux instructions en français (les modifications ont également été appliquées aux instructions en anglais)

Exercice	Première version	Version post-test
<p style="text-align: center;">Sitting dorsiflexion with towel</p>	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asseyez-vous sur une chaise, les genoux à 90° et les pieds à plat au sol - Vos genoux sont dans l'alignement de vos talons - Mettez une serviette (ou une surface glissante) sous le pied côté opéré <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fléchissez le genou pour faire glisser le pied vers l'arrière, sous l'assise de la chaise 2. Reculez le pied jusqu'à sentir une résistance ou une douleur 3. Tenez la position 3 secondes 4. Revenez à la position de départ 5. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gardez toute la surface du pied en contact avec le sol, le talon ne doit pas se soulever - Gardez le pied droit dans l'axe de la jambe, les orteils droits devant - Respectez le seuil de la douleur 	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asseyez-vous sur une chaise, les genoux à 90° et les pieds à plat au sol - Vos genoux sont dans l'alignement de vos talons - Mettez une serviette (ou une surface glissante) sous le pied côté opéré <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Fléchissez le genou pour faire glisser le pied vers l'arrière, aussi loin que possible sous l'assise de la chaise sans décoller le talon</i> 2. Reculez le pied jusqu'à sentir une résistance ou une douleur 3. Tenez la position 3 secondes 4. Revenez à la position de départ 5. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gardez toute la surface du pied en contact avec le sol, le talon ne doit pas se soulever - Gardez le pied droit dans l'axe de la jambe, les orteils droits devant - Respectez le seuil de la douleur
<p style="text-align: center;">Gravity helped dorsiflexion on a step</p>	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenez-vous debout devant une marche d'escalier (ou un gros livre par exemple), près d'un mur ou tout autre objet suffisamment stable pour s'y tenir <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Montez sur la marche en plaçant seulement les orteils dessus, les talons sont dans le vide et alignés aux orteils 2. Laissez descendre doucement les talons le plus bas possible, jusqu'à sentir une résistance ou une douleur 3. Revenez à la position de départ, sans remonter les talons 4. Répétez 	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenez-vous debout devant une marche d'escalier (ou un gros livre par exemple), près d'un mur ou tout autre objet suffisamment stable pour s'y tenir <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Montez avec vos 2 pieds sur la marche en plaçant seulement les l'avant-pied et les orteils dessus, les talons sont dans le vide et alignés aux orteils</i> 2. Laissez descendre doucement les talons le plus bas possible, jusqu'à sentir une résistance ou une douleur 3. Revenez à la position de départ, <i>en descendant de la marche</i> sans remonter les talons 4. Répétez

	<p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contrôlez la descente, le mouvement doit être lent - Respectez le seuil de la douleur 	<p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contrôlez la descente, le mouvement doit être lent - Respectez le seuil de la douleur
<p>Sitting on heels</p>	<p>Position de départ : Installez-vous à genoux au sol, la cheville fléchie et les orteils au sol</p> <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laissez glisser lentement les orteils sur le sol pour amener le dos du pied au sol, ou le plus bas possible 2. Si vous ne ressentez pas de douleur, descendez lentement et progressivement les fesses vers les talons comme pour s'asseoir 3. Tenez la position 3 secondes 4. Revenez à la position de départ 5. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le mouvement doit être lent et contrôlé - Respectez le seuil de la douleur 	<p>Position de départ : Installez-vous à genoux au sol, <i>les chevilles fléchies</i> et les orteils au sol</p> <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laissez glisser lentement les orteils sur le sol pour amener le <i>dessus</i> du pied au sol, ou le plus bas possible 2. Si vous ne ressentez pas de douleur, descendez lentement et progressivement les fesses vers les talons comme pour s'asseoir 3. Tenez la position 3 secondes 4. Revenez à la position de départ 5. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Mettez un coussin sous les genoux si l'appui est inconfortable</i> - Le mouvement doit être lent et contrôlé - Respectez le seuil de la douleur
<p>Anterior tibialis stretch</p>	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asseyez-vous au sol avec les jambes tendues, ou sur une chaise avec les genoux à 90° - Croisez la jambe opérée sur l'autre, la cheville opérée au niveau du genou côté non-opéré <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Attrapez votre pied opéré avec une main, l'autre main en contre-appui sous le genou 2. Amenez le pied en pointe jusqu'à sentir un étirement sur le dessus du pied 3. Tenez la position pendant la durée prescrite 4. Revenez à la position de départ <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintenez la jambe pour ne pas la laisser glisser sur la cuisse - Respectez le seuil de la douleur 	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Asseyez-vous au sol avec les jambes tendues, <i>ou sur une chaise avec les genoux à 90° si la position au sol est inconfortable</i> - Croisez la jambe opérée sur l'autre, la cheville opérée au niveau du genou côté non-opéré <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Attrapez votre pied opéré avec une main, l'autre main en contre-appui sous le genou 2. Amenez le pied en pointe jusqu'à sentir un étirement sur le dessus du pied 3. Tenez la position pendant la durée prescrite 4. Revenez à la position de départ <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maintenez la jambe pour ne pas la laisser glisser sur la cuisse - Respectez le seuil de la douleur

<p>Dorsiflexion against a wall</p>	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenez-vous debout, le dos contre un mur - Ecartez vos pieds à largeur de hanches, et éloignez les du mur d'environ 30cm vers l'avant - Votre dos et vos fesses sont collés au mur, et vos jambes sont tendues <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tirez les orteils vers le haut pour soulever le plus haut possible l'avant des 2 pieds en gardant les talons au sol 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le haut de votre corps doit rester en contact avec le mur durant tout l'exercice - Le mouvement retour doit être lent et contrôlé 	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenez-vous debout, le dos contre un mur - Ecartez vos pieds à largeur de hanches, et éloignez les du mur d'environ 30cm vers l'avant - Votre dos et vos fesses sont collés au mur, et vos jambes sont tendues <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soulevez l'avant des 2 pieds et les orteils le plus haut possible en gardant les talons au sol 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le haut de votre corps doit rester en contact avec le mur durant tout l'exercice - Le mouvement retour doit être lent et contrôlé
<p>Standing dorsiflexion</p>	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenez-vous debout avec le pied opéré devant l'autre (écartés d'environ la longueur d'un pas), à côté d'un mur ou de tout autre objet suffisamment stable pour s'y tenir <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tirez les orteils vers le haut pour soulever l'avant du pied en gardant le talon au sol 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé 	<p>Position de départ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tenez-vous debout avec le pied opéré devant l'autre (écartés d'environ la longueur d'un pas), à côté d'un mur ou de tout autre objet suffisamment stable pour s'y tenir <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soulevez l'avant-pied et les orteils le plus haut possible en gardant le talon et l'autre pied au sol 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé

<p style="text-align: center;">Plantar flexion with ball against a wall</p>	<p>Position de départ : - Asseyez-vous au sol face à un mur, avec les genoux pliés - Placez un ballon assez mou (ou un coussin) entre votre pied opéré et le mur</p> <p>Instructions : 1. En tendant la pointe de pied, poussez avec l'avant du pied contre le ballon pour l'écraser contre le mur 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez</p> <p>Conseils : - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé</p>	<p>Position de départ : - Asseyez-vous au sol face à un mur, avec <i>le genou côté opéré plié, la position de l'autre jambe est libre</i> - Placez un ballon assez mou (ou un coussin) entre votre pied opéré et le mur</p> <p>Instructions : 1. En tendant la pointe de pied, poussez avec l'avant du pied contre le ballon pour l'écraser contre le mur <i>sans décoller les talons</i> 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez</p> <p>Conseils : - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé</p>
<p style="text-align: center;">Standing plantar flexion – feet outwards</p>	<p>Position de départ : - Tenez-vous debout avec les jambes tendues - Ecartez les pieds à largeur de hanches et tournez les orteils vers l'extérieur</p> <p>Instructions : 1. Montez sur la pointe des pieds 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez</p> <p>Conseils : - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé - Vos genoux et chevilles restent dans le même axe, et regardent dans la direction des orteils</p>	<p>Position de départ : - Tenez-vous debout avec les jambes tendues - Ecartez les pieds à largeur de hanches et <i>écartez l'avant-pied et les orteils vers l'extérieur, sans déplacer les talons</i></p> <p>Instructions : 1. Montez sur la pointe des pieds 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez</p> <p>Conseils : - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé - Vos genoux et chevilles restent dans le même axe, et regardent dans la direction des orteils</p>
<p style="text-align: center;">Eversion with ball against a wall</p>	<p>Position de départ : - Asseyez-vous au sol à côté d'un mur (jambe opérée côté mur) avec les jambes tendues - Placez un ballon assez mou (ou un coussin) entre le bord extérieur de votre pied opéré et le mur</p> <p>Instructions : 1. En tournant la plante du pied opéré vers l'extérieur (vers le mur), poussez avec le bord extérieur du pied pour écraser le ballon contre le mur 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez</p> <p>Conseils : - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé - Le reste de votre jambe reste immobile durant tout l'exercice</p>	<p>Position de départ : - Asseyez-vous au sol à côté d'un mur, avec <i>la jambe côté opéré tendue et près du mur, la position de l'autre jambe est libre</i> - Placez un ballon assez mou (ou un coussin) entre le bord extérieur de votre pied opéré et le mur</p> <p>Instructions : 1. En tournant la plante du pied opéré vers l'extérieur (vers le mur), poussez avec le bord extérieur du pied pour écraser le ballon contre le mur 2. Revenez lentement à la position de départ 3. Répétez</p> <p>Conseils : - Le mouvement de retour doit être lent et contrôlé - Le reste de votre jambe reste immobile durant tout l'exercice</p>

<p style="text-align: center;">Walking on heels</p>	<p>Position de départ : - Tenez-vous debout, si besoin à côté d'un mur pour s'y tenir</p> <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soulevez l'avant du pied aussi haut que possible pour vous mettre sur les talons 2. Réalisez quelques pas sur les talons puis faites demi-tour quand c'est nécessaire 3. Continuez ainsi pendant la durée indiquée <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Commencez par réaliser l'exercice lentement et en regardant vos pieds si besoin afin de bien vous familiariser avec le mouvement - Lorsque l'exercice devient facile, accélérez le pas, continuez sans regarder vos pieds et sans vous tenir au mur 	<p>Position de départ : - Tenez-vous debout, si besoin à côté d'un mur pour s'y tenir</p> <p>Instructions :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Soulevez l'avant du pied aussi haut que possible pour vous mettre sur les talons 2. Réalisez quelques pas sur les talons <i>sans reposer l'avant-pied</i> puis faites demi-tour quand c'est nécessaire 3. Continuez ainsi pendant la durée indiquée <p>Conseils :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Commencez par réaliser l'exercice lentement et en regardant vos pieds si besoin afin de bien vous familiariser avec le mouvement - Lorsque l'exercice devient facile, accélérez le pas, continuez sans regarder vos pieds et sans vous tenir au mur
--	---	--

Abstract :

Introduction : Bien que les bénéfices de la thérapie par l'exercice ou de la télé-rééducation aient été démontrés, il n'existe pas de littérature ciblant la cheville en post-opératoire, ni de guidelines concernant la rééducation post-réparation du LLC. C'est pourquoi ce mémoire a pour but de fournir un plan de prise en charge post-réparation du LLC, applicable en télé-rééducation.

Méthode : Une revue de la littérature a été menée afin d'établir une première version du protocole de rééducation. Ensuite, ce programme a été présenté à des kinésithérapeutes et chirurgiens spécialisés dans la cheville. Le programme a alors pu être amélioré grâce à leurs recommandations.

Revue de littérature : Le protocole devait inclure des exercices de mise en charge, mobilité, renforcement et endurance musculaire, marche, équilibre, proprioception, pliométrie et spécifiques au sport.

Création du protocole : 65 exercices reprenant les modalités ci-dessus ont été mis en place, accompagnés d'instructions et de vidéos. Ont également été établis les délais entre les quatre phases de rééducation, ainsi que des critères de passage.

Avis des experts : Globalement, les experts adhéraient au programme proposé. Chacun a pu apporter critiques et conseils, permettant d'améliorer ce programme.

Conclusion : Grâce à la littérature, à la consultation de différents experts, et à un premier test sur un groupe contrôle, un protocole de rééducation post-réparation du LLC applicable en télé-rééducation a pu être créé.