

OPTIMISATION DE LA RÉHABILITATION POST-PTG

UNE SCOPING REVIEW



INTRODUCTION

L'arthrose est une maladie articulaire dégénérative fréquente.^[1] Afin de diminuer les douleurs, les patients ont souvent recours à la pose d'une prothèse totale de genou (PTG). Pourtant, des difficultés dans le quotidien persistent après l'opération.^[2]

Le Blood Flow Restriction (BFR) est une méthode d'entraînement musculaire durant laquelle un garrot est appliqué sur le muscle, afin d'obstruer le système artérioveineux. Le principal avantage est qu'une augmentation de la force est possible avec des charges réduites.^[3]

Ce type d'entraînement, avec de faibles contraintes, serait plus adapté post-PTG et permettrait d'améliorer la force musculaire et de diminuer les difficultés dans le quotidien.



MÉTHODE

Ce travail est la suite de celui de Pasquini et Durand proposant un protocole BFR à effectuer après une PTG. Afin de le compléter, une scoping review a été réalisée sur le renforcement musculaire en réhabilitation aigüe post-PTG sans BFR.



RÉSULTATS

17 articles ont été analysés en double-aveugle à partir de trois bases de données. La littérature propose plusieurs exercices, avec ou sans appareils de force. Le nombre de séries, de répétitions et l'intensité varient énormément. Les protocoles avec une intensité élevée évoquent des douleurs péri-protocoles, justifiant l'utilisation du BFR.



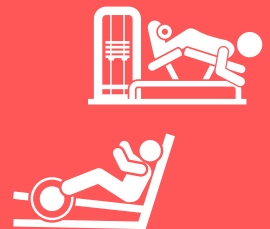
CONCLUSION

Pour compléter le protocole de 2021, les exercices retenus sont la leg press et la leg curl. Les sujets réaliseraient ces exercices en faisant 2 secondes de contraction excentrique puis 2 secondes d'excentrique et en passant d'une flexion maximale à une flexion de 40°.

PROTOCOLE BFR

DE LA SEMAINE 2 À LA SEMAINE 4
POST OPÉRATOIRE

80%
pression du
garrot BFR



30x15x15 répétitions

30 sec repos
entre séries

2 sec concentrique
2 sec excentrique

Temps sous tension
10 min



4 x par
semaine

S1: 20% 1RM
S2: 20-30% 1RM
S3: 30% 1RM

Flexion maximale
Flexion 40 degrés

Camille Huwiler, huwilercamille@gmail.com et Marie Curdy, marie.curdy@gmail.com
Jonas Denking, jonas.denking@hevs.ch

Sources:

[1] Vina, E. R., & Kwah, C. K. (2018). Epidemiology of Osteoarthritis: Literature Update. Current opinion in rheumatology, 30(2), 160-167. <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000479>
[2] Price, A. J., Alvand, A., Troelsen, A., Katz, J. N., Hooper, G., Gray, A., Carr, A., & Beard, D. (2018). Knee replacement. The Lancet, 392(10158), 1672-1682. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32544-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32544-4)
[3] Versen, E., Restad, V., & Larro, A. (2016). Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. Journal of Sport and Health Science, 5(1), 115-118. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.005>
Image: <https://bourgeoispt.com/blood-flow-restriction-training>

**OPTIMISATION DE LA RÉHABILITATION POST-PTG PAR UNE
RECHERCHE D'EXERCICES PHYSIQUES DANS LE BUT DE
PERFECTIONNER LE PROTOCOLE BFR DU TRAVAIL DE PASQUINI ET
DURAND : UNE SCOPING REVIEW**

CAMILLE HUWILER

Etudiante HES – Filière Physiothérapie

MARIE CURDY

Etudiante HES – Filière Physiothérapie

Directeur de travail de Bachelor : JONAS DENKINGER

TRAVAIL DE BACHELOR

Déposé à Loèche-les-bains (VS-CH) le 10 juin 2022

En vue de l'obtention d'un

Bachelor of sciences HES-SO in Physiotherapy

Résumé

Introduction

L'arthrose est une maladie articulaire dégénérative fréquente. Afin de diminuer les douleurs, les patients ont souvent recours à la pose d'une prothèse totale de genou (PTG). Pourtant, des difficultés dans le quotidien persistent après l'opération.

Le Blood Flow Restriction (BFR) est une méthode d'entraînement musculaire durant laquelle un garrot est appliqué sur le muscle, afin d'obstruer le système artério-veineux. Le principal avantage est qu'une augmentation de la force est possible avec des charges réduites.

Ce type d'entraînement, avec de faibles contraintes, serait plus adapté post-PTG et permettrait d'améliorer la force musculaire et de diminuer les difficultés dans le quotidien.

Méthode

Ce travail est la suite de celui de Pasquini et Durand proposant un protocole BFR à effectuer après une PTG. Afin de le compléter, une scoping review a été réalisée sur le renforcement musculaire en réhabilitation aigüe post-PTG sans BFR.

Résultats

17 articles ont été analysés en double-aveugle à partir de trois bases de données. La littérature propose plusieurs exercices, avec ou sans appareils de force. Le nombre de séries, de répétitions et l'intensité varient énormément. Les protocoles avec une intensité élevée évoquent des douleurs péri-protocolaires, justifiant l'utilisation du BFR.

Conclusion

Pour compléter le protocole de 2021, les exercices retenus sont la leg press et la leg curl. Les sujets réaliseraient ces exercices en faisant 2 secondes de contraction concentrique et 2 secondes d'excentrique et en passant d'une flexion maximale à une flexion de 40°.

Mots-clés

Prothèse totale de genou (PTG), Blood Flow Restriction (BFR), protocole, exercice

Zusammenfassung

Einleitung

Arthrose ist die häufigste degenerative Gelenkserkrankung unserer Zeit. Um die Schmerzen zu verringern, lassen sich die Patienten häufig eine Knie-Totalprothese (Knie-TEP) einsetzen. Leider bleiben nach der Operation Einschränkungen im Alltag bestehen.

Die Blood Flow Restriction (BFR) ist eine Trainingsmethode, bei der eine pneumatische Manschette auf den Muskel angelegt wird. Diese Blutsperre verschließt das arterio-venöse System. Der Hauptvorteil besteht darin, dass eine Steigerung der Kraft mit geringeren Belastungen möglich ist.

Diese Art von Training geht mit geringen Belastungen einher und ist nach einer Knie-TEP geeignet, um die Muskelkraft zu verbessern und Schwierigkeiten im Alltag zu verringern.

Methode

Diese Arbeit ist die Folge von Pasquini und Durand, die ein BFR-Protokoll vorschlägt, das nach einer Knie-TEP durchgeführt werden soll. Um das Protokoll zu vervollständigen, wurde ein Scoping Review über Kräftigungsübungen in der frühen Rehabilitationsphase durchgeführt, die nach einer Knie-TEP ohne BFR durchgeführt werden sollten. Die Patienten die ein Protokolle mit einer hohen Intensität durchgeführt haben erwähnen Schmerzen, deshalb wäre der Gebrauch von einem BFR vom Vorteil.

Ergebnisse

17 Artikel wurden anhand von drei Datenbanken doppelt-blind analysiert. In der Literatur wird eine Vielzahl an Übungen vorgeschlagen – unter anderem Übungen mit/ ohne Geräte. Die Anzahl der Sätze und Wiederholungen sowie die Intensität variieren.

Schlussfolgerung

Um das Protokoll von 2021 zu vervollständigen, wurden als Übungen die Beinpresse und Beincurls ausgewählt. Die Probanden sollten diese Übungen durchführen, indem sie 2 Sekunden konzentrisch kontrahieren und 2 Sekunden exzentrisch und von einer maximalen Beugung zu einer 40°-Beugung übergehen.

Stichwörter:

Knie-Totalprothese (Knie-TEP), Blood Flow Restriction (BFR), Protokoll, Übung

Avertissements

La rédaction de ce travail, l'interprétation des résultats et la prise de position n'engagent que la responsabilité des auteures et en aucun cas celle de la Haute École de Santé du Valais, du Jury ou du Directeur de Travail de Bachelor.

Nous certifions avoir réalisé seules le présent travail, sans avoir eu recours à d'autres sources que celles citées dans la liste de références bibliographiques.

Loèche-les-bains, le 2 juin 2022

Curdy Marie

Huwiler Camille

Remerciements

Nous aimerions dans un premier temps remercier Jonas Denkinger, notre directeur de travail de Bachelor, pour ses critiques constructives, sa disponibilité, le temps consacré et pour ses encouragements durant toute la rédaction de ce travail.

Nos remerciements vont également à Maxim Guinchard, qui nous a offert la possibilité de tester et de comprendre le BFR dans ses locaux.

Enfin, nous remercions nos proches pour leur soutien sans faille tout au long de ce travail, que ce soit pour la relecture, les corrections ou les commentaires.

Liste des abréviations, des sigles et des acronymes

1-RM	1 répétition maximale
AACE	<i>Active Assisted Cycle Ergometry</i>
AVQ	Activités de la vie quotidienne
ATG	Arthroscopie totale du genou
BFR	<i>Blood Flow Restriction</i>
CON	Concentrique
CONTENT	<i>Consensus on Therapeutic Exercise Training</i>
CKC	<i>Closed Kinetic chain</i> (chaîne kinétique fermée)
ECC	Excentrique
EVA	Échelle visuelle analogique
HEP	Programme d'exercices à domicile
J1	Jour 1
Knie TEP	<i>Knie Totalprothese</i>
LCA	Ligament croisé antérieur
LOP	<i>Limb Occlusion Pressure</i>
MST	<i>Maximal Strength Training</i>
OA	Ostéoarthrite
ORS	<i>Owens Recovery Science</i>
PCC	Population, Concept, Contexte
Post-OP	Post-opératoire
PTG	Prothèse totale de genou
PTH	Prothèse totale de hanche
PTS-DELFI	<i>Delfi Personal Tourniquet System</i>
PST	<i>Progressive Strength Training</i>
RCT	<i>Randomized Control Trial</i>
ROM	<i>Range of Motion</i>
S1	Semaine 1
SD	<i>Standard Deviation</i> (écart standard)

Table des matières

1	Introduction	1
1.1	Contexte général	1
1.2	Blood Flow Restriction	3
1.3	Contexte physiothérapeutique	3
1.4	Résumé de la problématique	4
1.5	Objectifs de notre recherche	5
2	Méthode	7
2.1	Choix du design	7
2.2	Stratégie de recherche	7
2.2.1	Population	7
2.2.2	Concept	7
2.2.3	Contexte	7
2.3	Critères de sélection	8
2.4	Sélection des études	9
2.4.1	Identification	9
2.4.2	Screening	9
2.4.3	Eligibility	9
2.4.4	Inclusion	9
2.5	Collecte de données des études	9
2.5.1	Durée de la période expérimentale	10
2.5.2	Type d'exercices	10
2.5.3	Description de l'entraînement :	10
2.5.4	Effets secondaires	11
3	Résultats	12
3.1	Sélection des articles	12
3.2	Résumé des articles	13
3.3	Comparaison des protocoles	13
3.3.1	Durée de l'intervention	13
3.3.2	Types d'exercices	14
3.3.3	Description de l'entraînement	15
3.3.4	Effets secondaires	22
3.4	Qualité des protocoles	22
4	Discussion	24
4.1	Interprétation des résultats	24
4.2	Proposition d'un protocole pour patient post-PTG avec BFR	28
4.3	Comparaison avec la littérature	31
4.4	Forces de notre travail	32
4.5	Limites de notre travail	32
4.6	Implication dans la pratique	33

4.7	Pistes pour le futur	33
5	Conclusion	34
6	Références	I
7	Liste des illustrations	VII
8	Liste des tableaux	VIII
9	Annexes	IX

1 Introduction

1.1 Contexte général

De nos jours, l'arthrose est l'une des maladies articulaires chroniques les plus courantes. Plusieurs causes expliquent ce fléau, comme le vieillissement de la population, l'augmentation du taux d'obésité et le nombre croissant de blessures traumatiques articulaires (Vina & Kwoh, 2018). Dans un article de la presse médicale de 2010 (Rannou et al., 2010), l'arthrose est décrite comme une maladie de l'articulation et de tous les tissus qui influencent l'homéostasie articulaire.

L'élément le plus ciblé par cette pathologie est le cartilage. Sous l'influence du processus naturel de vieillissement et du stress mécanique, le cartilage est détruit et l'individu développe ainsi une arthrose symptomatique. L'os sous-chondral est lui aussi touché. Au moyen de l'imagerie des ostéophytes, des géodes et une condensation de l'os sous-chondral peuvent être observés. Étant donné que les médiateurs de l'inflammation sont issus du tissu synovial, du cartilage et de l'os sous-chondral, l'arthrose est aussi une maladie inflammatoire. Une radiologie ne correspondant pas toujours au ressenti des patients, le diagnostic est posé selon la symptomatologie. La plupart du temps, ces derniers se plaignent de douleurs pendant la marche et dans les escaliers. Lors de l'évaluation physique, les douleurs sont surtout ressenties lors de l'extension passive du genou (Cobos et al., 2010).

Actuellement, il existe un traitement conservateur constitué de médication, d'éducation thérapeutique et d'exercices (Bannuru et al., 2019). Lorsque les douleurs persistent durant plus de six mois, que l'articulation se raidit et que la participation aux activités quotidiennes de la vie (AVQ) diminue, un traitement chirurgical est envisagé : la prothèse totale de genou (PTG) (Price et al., 2018).

La PTG est une opération en plein essor. En effet, d'après SIRIS (registre suisse des implants), le nombre d'interventions augmente sans cesse ces dernières années (*Report*, 2019). En 2012, 12'928 PTG ont été posées alors qu'en 2018, 14'269 patients ont bénéficié de cette opération. Selon Hannouche et al. (2017), ce nombre va augmenter de 100% dans les 10 prochaines années en Suisse.

L'objectif de cette chirurgie est d'améliorer la participation aux AVQ en diminuant les douleurs sur le long terme (Price et al., 2018).

Au cours de cette intervention chirurgicale, des composantes artificielles remplacent les condyles fémoraux et le plateau tibial tout en conservant les ligaments collatéraux. En fonction du stade de l'arthrose, la partie interne de la patella est aussi remplacée.

Le retour total à l'état préopératoire n'est pas possible pour tous les patients. En effet, après le 6ème mois, une étude montre que 41,3% des opérés ont une algie sévère malgré une radiographie normale (Pinto et al., 2013). De plus, 10 à 20% des personnes gardent des douleurs légères à sévères jusqu'à 5 ans après l'opération (Singh et al., 2008). Suite à une PTG, une étude démontre également une perte de force musculaire diminuée de 16% à 2 ans post-opération par rapport à des personnes sans prothèse (Meier et al., 2008). Nous assistons ainsi à une sarcopénie et une dynapénie à long terme (Duchateau, 2013). Plusieurs causes sont à l'origine des douleurs qui persistent pendant des mois : l'œdème qui reste parfois des semaines, un blocage articulaire, ou encore les lésions causées par le geste chirurgical comme, par exemple, l'atteinte du nerf saphène, une branche du nerf crural (Cf. *Figure 1*) (Hannouche et al., 2017).



Figure 1: Nervus saphenus

Après une PTG, les patients ont tendance à s'immobiliser. Cela engendre un manque de stimulation des fibres musculaires, ce qui va provoquer une atrophie et une diminution de la force. Ce phénomène est plus important pour une personne sortant du bloc opératoire que pour une personne saine.

En plus de cela, la population bénéficiant de prothèses de genou est majoritairement âgée et présente déjà souvent une sarcopénie importante. À cela s'ajoute l'état de l'arthrose : si le patient se trouve à un stade avancé, il ressentira des douleurs (Meier et al., 2008). Cette population est, par conséquent, déjà en position de faiblesse en phase pré-opératoire. Ces facteurs peuvent expliquer pourquoi après 2 ans, 29,9% des patients suivis en physiothérapie ont encore de la peine à marcher (Singh & Lewallen, 2014). Ces chiffres laissent supposer que la prise en charge physiothérapeutique n'est pas exhaustive et qu'il existe un moyen thérapeutique mieux adapté aux patients post-PTG.

Certaines douleurs, comme celles causées par l'atteinte du nerf saphène, seront à traiter par une équipe interdisciplinaire, notre prise en charge n'étant pas complète.

1.2 Blood Flow Restriction

Ces dernières années, une nouvelle technique de renforcement musculaire est apparue dans la communauté scientifique : le Blood Flow Restriction (BFR). Cette méthode consiste à utiliser des manchettes de contention pour limiter le flux sanguin local lors d'un effort. Lors de l'utilisation, le brassard est posé le plus proximale possible d'un muscle pendant un temps prédéfini. Durant le traitement, le garrot est appliqué afin de diminuer le flux artériel. Le flux veineux ayant moins de pression est, quant à lui, stoppé. D'après la littérature, le temps maximum d'occlusion est de 5 minutes en continu, suivi d'1 à 3 minutes de pause de perfusion (Iversen et al., 2016; Takarada et al., 2004; Tennent et al., 2017). Durant les 5 minutes, les patients sont amenés à effectuer des exercices avec du temps de repos entre chaque série (Sakushima et al., 2020).

L'amélioration de la force musculaire, la capacité explosive et l'hypertrophie sont largement documentées lors de l'application du BFR (Patterson et al., 2019b; Yasuda et al., 2015; Zaremba et al., 2021). Bien que ces résultats soient atteignables sans BFR, le principal avantage du BFR est que tous les effets cités ci-dessus peuvent être atteints avec moins de charge. En effet, 70 à 85% de la charge maximale pour une répétition maximale (1-RM) est nécessaire pour augmenter la masse et la force du muscle lors d'un exercice sans BFR (Slysz et al., 2015). En réduisant le flux artériel, le pourcentage de la 1-RM est réduit à 20 à 30% pour les mêmes résultats physiologiques (Przkora et al., 2021). Il est, par conséquent, intéressant d'utiliser cette technique dans les six premières semaines suivant une chirurgie. Après ce temps, les patients sont capables de supporter une contrainte normale, le BFR n'a ainsi plus d'utilité. Il n'y a pas encore de consensus scientifique expliquant le phénomène physiologique d'une hypoxie sur un muscle.

La thrombose est un effet secondaire possible avec l'application du BFR bien que d'après le manuel d'utilisation Owens Recovery Sciences (ORS), les risques ne sont pas augmentés si la durée d'application est courte (Owens, 2015; Patterson et al., 2019a)

Par l'utilisation de ce traitement, une augmentation générale de la force et, par conséquent, de la participation des patients au AVQ serait possible tout en protégeant les articulations de charges et de contraintes douloureuses. La rééducation pourrait commencer plus précocement et de manière sécuritaire et ce malgré une décharge partielle ou totale dans le protocole post-opératoire.

1.3 Contexte physiothérapeutique

Permettre aux personnes de retrouver une qualité de vie équivalente à l'état pré-opératoire est l'un de nos objectifs principaux en tant que physiothérapeute. Comme le démontre le

chapitre ci-dessus, nous sommes dans l'impossibilité de répondre à notre mission lors d'une réhabilitation post-PTG. Pour rappel, à 2 ans post-opération, 29,9% des opérés ont encore de la peine à marcher (Singh & Lewallen, 2014).

Un biais qui expliquerait le manque de résultats à long terme peut être les douleurs intenses qui suivent l'opération et qui se situent en moyenne à 6/10 sur l'échelle visuelle analogique ainsi que les contre-indications de certains chirurgiens qui demandent parfois que le patient ne mette qu'une partie du poids sur la jambe opérée (Hannouche et al., 2017). Il est, par conséquent, difficile pour les patients d'effectuer le traitement physiothérapeutique complet. Cela empêche l'évacuation de l'œdème, augmente les blocages articulaires et réduit la force musculaire. Ceci pourrait expliquer la diminution de la surface transversale du quadriceps de 10% après le 1^{er} mois par rapport à l'état pré-opératoire (Mizner et al., 2005).

À la vue des informations fournies ci-dessus, nous supposons que le BFR peut faire ses preuves pour la réhabilitation post-PTG. Il permettrait aux patients de retrouver plus vite la force musculaire du quadriceps dans une réhabilitation moins douloureuse. Cela a déjà été prouvé suite à une opération du ligament croisé antérieur du genou (Charles et al., 2020).

1.4 Résumé de la problématique

Notre scoping review est la suite du travail de Bachelor d'Émilie Pasquini et d'Olivier Durand réalisé en 2021.

Le but de leur travail a été de proposer un protocole BFR pour des patients post-PTG. Durant leurs analyses, ils ont relevé qu'il n'y avait aucun protocole clairement défini pour l'utilisation du BFR après cette chirurgie. Ils ont ainsi élargi leurs recherches en prenant en compte tous les types de chirurgies du genou. Les résultats concernaient principalement le ligament croisé antérieur (LCA). Leur travail a pu mettre en évidence que le BFR était sécuritaire pour les patients post-LCA. Puis, ils ont proposé un protocole BFR pour les patients post-PTG en se référant au protocole pour les LCA. Le but de ce travail est de compléter leur protocole pour qu'il soit mieux adapté aux patients post-PTG.

Afin de juger la validité de leur programme, l'évaluation de leur protocole a été effectuée avec l'échelle *CONTENT (Consensus on Therapeutic Exercise Training)*. Cette échelle a montré que le protocole n'était pas complet. (Cf. *Tableau 1*).

- Éligibilité des patients

Il n'y a pas des critères d'inclusion et d'exclusion clairement défini concernant la population. Nous savons uniquement que les patients ont subi un remplacement de l'articulation du genou.

- Contenu

Bien que le nombre de séries et de répétitions soient précisés, aucune information ne figure par rapport aux types d'exercices et leur intensité. Leur protocole ne précise pas non plus comment évaluer la difficulté de l'exercice et ne donne aucune piste pour adapter un traitement trop facile ou trop difficile.

- Adhésion

Leur protocole ne relève aucun suivi post-entraînement pour les patients.

	CONTENT									Results	
	Patient eligibility		Competences and setting	Rationale		Content			Adherence		
	Was the patient selection described?	Was the patient selection adequate?	Were eligibility criteria for therapist and setting determined and adequate?	Was the therapeutic exercise based on a priori aims and intentions?	Was the rationale for the content and intensity of the therapeutic exercise described and plausible?	intensity of therapeutic exercise described?	exercise monitored (surveillé) and adjusted when considered necessary?	Was the exercise personalised and contextualised to the individual participants?	Was adherence to the therapeutic exercise determined and acceptable?	Score sur un total de 9	Score en pourcentage
Pasquini_Durant_2021	non	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	non	4	44

Tableau 1: CONTENT Pasquini et Durand

1.5 Objectifs de notre recherche

Nous voulons, avec ce travail, préciser le protocole de Pasquini et Durand [Cf. *Annexe I*] en nous focalisant sur les exercices à faire et leur intensité lors d'une thérapie post-PTG. Comme relevé dans le chapitre ci-dessus, d'autres manques ont été démontrés. Ils sont volontairement laissés de côté :

- Éligibilité des patients

Les critères d'inclusion et d'exclusion de l'utilisation du protocole sont laissés de côté, car cela relève du domaine médical.

- Contenu

Ce travail ne traite pas non plus les moyens d'adaptation du BFR car nous sommes conscientes de l'ampleur d'une recherche sur les exercices et leur intensité et la qualité sera privilégiée à la quantité.

- Adhésion

Le dernier point, c'est-à-dire donner au patient un descriptif de la séance afin qu'il y adhère plus facilement et faire ensuite un rapport écrit de son entraînement, pourra être réalisé lorsque le protocole sera complet.

Le BFR est, dans un premier temps, volontairement mis de côté afin de savoir quels sont les exercices les plus adaptés pour un patient post-PTG. Dans un deuxième temps, nos résultats seront mis en lien avec le protocole BFR du travail de Pasquini et Durand afin d'avoir un traitement adapté à la réhabilitation post-PTG.

Notre objectif de travail est donc le suivant :

« Optimisation de la réhabilitation post-PTG par une recherche d'exercices physiques dans le but de perfectionner le protocole BFR du travail de Pasquini et Durand : une scoping review. »

2 Méthode

2.1 Choix du design

Notre travail a pour but de compléter le protocole BFR du travail de Pasquini et Durand en se focalisant sur le type d'exercices physiques à faire après une prothèse totale de genou.

Pour cela, une scoping review est le design le plus adapté (Arksey & O'Malley, 2005). En effet, cela permet d'identifier toutes les données publiées à ce sujet afin d'avoir une vue d'ensemble et synthétique puis de mettre en lien avec le protocole BFR mis en place par le travail de Pasquini et Durand et de l'améliorer. Notre recherche se base sur les exercices à effectuer après une PTG sans BFR.

2.2 Stratégie de recherche

Les recommandations de PRISMA 2019 ont été suivies pour notre recherche. Les critères de sélection ont ensuite été rédigés selon l'acronyme PCC (Munn et al., 2018).

2.2.1 Population

Notre recherche concerne une population particulière : des patients opérés d'une prothèse totale de genou. Les patients ayant subi une autre opération ou celle des deux genoux simultanément n'ont pas été pris en compte.

2.2.2 Concept

Afin de compléter le travail de Pasquini et Durand, tous les types de programmes d'exercices musculaires effectués en phase "early" post-opératoire ont été recherchés. Toutes les thérapies recherchées sont actives et ont pour but une amélioration de la force et/ou de la masse musculaire. La littérature parlant d'autres objectifs de traitement a été mise de côté.

2.2.3 Contexte

Tous les articles traitant du jour suivant l'opération jusqu'à la 6ème semaine ont été sélectionnés. Concernant le lieu de la réhabilitation, les patients se trouvent soit à l'hôpital, soit dans un centre de réhabilitation, soit à domicile et viennent faire de la physiothérapie en ambulatoire. La semaine 6 post-opératoire a été définie comme date buttoir car c'est le moment où le patient est revu par le médecin et peut, pour une majorité, charger complètement le membre opéré. A partir de ce moment-là, le patient n'a plus d'indications pour le BFR. En effet, comme expliqué dans l'introduction, il n'est plus nécessaire pour lui d'avoir un entraînement musculaire avec une contrainte diminuée. Les

résultats de notre scoping review ayant comme but de compléter le protocole BFR, il n'est pas pertinent de sélectionner des articles dépassant ce laps de temps.

Concernant notre protocole final, nous complétons celui de Pasquini et Durand qui vise une patientèle de réhabilitation : c'est-à-dire, de la semaine 2 à la semaine 4 post-opératoire. Les deux anciens étudiants avaient comme but une collaboration avec Leukerbad Clinic. Notre protocole va, par conséquent, se focaliser sur les exercices à faire durant ces trois semaines.

Notre stratégie de recherche, basée sur l'acronyme « PCC », a ensuite été synthétisée dans un tableau [Cf. *Annexe II*] puis appliquée dans les moteurs de recherche suivants : Pubmed, Cochrane et Embase.

2.3 Critères de sélection

Afin que seules les études les plus pertinentes soient gardées, nos critères d'inclusion et d'exclusion ont été précisés sur les trois moteurs de recherches cités ci-dessus.

	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
Population	- Patients post-PTG	- Population uniquement obèse - PTG des deux genoux
Concept	- Programme d'exercices de renforcement musculaire - Force musculaire - Masse musculaire	- Traitements passifs - Traitements actifs avec un outcome différent (augmentation de l'endurance, de la vitesse de marche et de la ROM, diminution de la douleur, satisfaction et bien-être du patient, « Bone Mineral Density »)
Contexte	- Phase aiguë : du 1er jour post-opératoire jusqu'à 6 semaines post-PTG	

Tableau 2 : Critères d'inclusion et d'exclusion PCC

2.4 Sélection des études

2.4.1 Identification

Notre sélection s'est déroulée en plusieurs étapes. Dans la première, les articles ont été téléchargés depuis les différentes bases de données sur Zotero afin de supprimer les doublons.

2.4.2 Screening

Les articles ont ensuite été ajoutés sur le site internet Rayyan afin de les trier selon nos critères de sélection, ceci en lisant le titre et le résumé uniquement. Le mode *blind* a été utilisé lors de cette étape afin que la sélection soit en double aveugle, ce qui augmente la fiabilité de nos recherches. Une concertation a eu ensuite lieu afin de mettre en commun nos choix et discuter des articles sur lesquels nos avis différaient. À la fin de ces discussions, seuls ceux ne comportant pas de critère d'exclusion ont été gardés.

2.4.3 Eligibility

Lors de l'étape de l'éligibilité, les articles complets ont été lus chacune de notre côté. Nos choix ont ensuite été mis en commun afin de supprimer les articles qui contenaient des critères d'exclusion et ceux qui étaient inaccessibles.

2.4.4 Inclusion

Afin de répondre aux critères d'une scoping review, les articles ont été sélectionnés indépendamment de leur design afin d'avoir une vue d'ensemble des recommandations de la littérature. Aucun des articles restant lors de cette sélection finale ne comportait de critères d'exclusion.

2.5 Collecte de données des études

Les études ont été synthétisées dans un tableau qui résumait les points suivants :

- Titre
- Auteurs
- Date de parution
- Nombre de participants
- Design
- Période
- Age des patients
- Conclusion

Pour comparer les études entre elles, l'étude de Toigo & Boutellier (2006) a été choisie comme référence. En effet, les auteurs de cette étude critiquent le manque de consensus scientifique concernant les critères devant figurer dans un protocole de réentraînement physique. Afin de répondre à ce manque, ils proposent les items présentés ci-dessous.

2.5.1 Durée de la période expérimentale

Comme expliqué précédemment, la période expérimentale de notre scoping review va du jour 1 post-OP à la semaine 6. Cette période correspond à la durée durant laquelle le patient profiterait d'un entraînement avec des contraintes moindres sur l'articulation.

L'ensemble de ce travail est pensé pour la Leukerbad Clinic où les patients arrivent généralement à la 2ème semaine post-opératoire et restent pendant trois semaines. La durée est par conséquent séparée en trois phases, la première correspondant de J1 à J7, la deuxième de S2 à S4 et la troisième dure jusqu'à la semaine 6. Bien seule la deuxième période est intéressante, toutes les données des articles parlant des autres phases ont également été collectées.

2.5.2 Type d'exercices

- Amplitude du mouvement
- Définition anatomique des exercices
- Nombre d'exercices d'intervention

2.5.3 Description de l'entraînement :

- Ampleur de la charge

Afin de pouvoir comparer les études entre elles dans les graphiques, elles ont été transformées en % 1-RM pour certaines, et interprétées à l'aide de la classification de Bompa & Haff (2009) (Cf. *Figure 2*) pour d'autres.

Intensity zone	Percentage of maximum performance	Intensity
6	>100	Supermaximal
5	90-100	Maximum
4	80-90	Heavy
3	70-80	Medium
2	50-70	Low
1	<50	Very low

Figure 2: Bompa et al. Classification de la 1-RM

- Nombre de répétitions
- Nombre de séries
- Repos entre les séries

- Repos entre les répétitions
- Distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition
- Temps sous tension
- Échec musculaire volontaire
- Temps de récupération entre les séances d'exercices

2.5.4 Effets secondaires

En plus des item cités ci-dessus, l'étude de Hecksteden et al. (2018) recommande de relever les effets secondaires. Il est en effet intéressant pour notre travail de savoir si les exercices présentent des effets secondaires négatifs, donc des douleurs. Une douleur ressentie pendant la réalisation des exercices justifierait de travailler avec des contraintes plus faibles, notamment avec un BFR. De ce fait, ce point est primordial.

Comme la checklist Prisma 2019 pour les Scoping Review recommande, uniquement les informations temporelles et techniques correspondant à nos critères d'inclusion ont été récoltées.

Un exemple du tableau utilisé se trouve en annexe. [Cf. *Annexe III*]

3 Résultats

3.1 Sélection des articles

Une recherche sur Pubmed a été réalisée avec un code précis [Cf. *Annexe IV*] et a donné 70 articles. Une autre a été effectuée sur Cochrane et a donné 99 études. [Cf. *Annexe V*] Finalement, afin de compléter la sélection, une troisième recherche a été faite sur Embase. Elle a donné 132 articles. [Cf. *Annexe VI*]

Puis l'étape d'identification des doublons a été exécutée à l'aide du logiciel Zotero. Ce qui a réduit la sélection de 301 articles à 217 après avoir supprimé 84 doublons.

Le titre et le résumé des 217 articles ont ensuite été lus à l'aide du site Rayyan en double-aveugle. Nos avis divergeaient pour 39 articles.

Après discussion, huit articles ont été retirés à cause d'une mauvaise population, 76 pour une autre intervention que celle recherchée, 44 pour un outcome non adapté et 48 pour un stade de traitement inadapté. Les 41 articles ne comportant, à ce stade, pas de signes d'exclusion ont été conservés.

L'étape de l'inclusion finale a permis d'enlever 24 articles supplémentaires pour cause de non publication, de design non-scientifique (lettre ou *conference abstract*) ou de possession de critères d'exclusion. 17 articles ont finalement été retenus.

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only

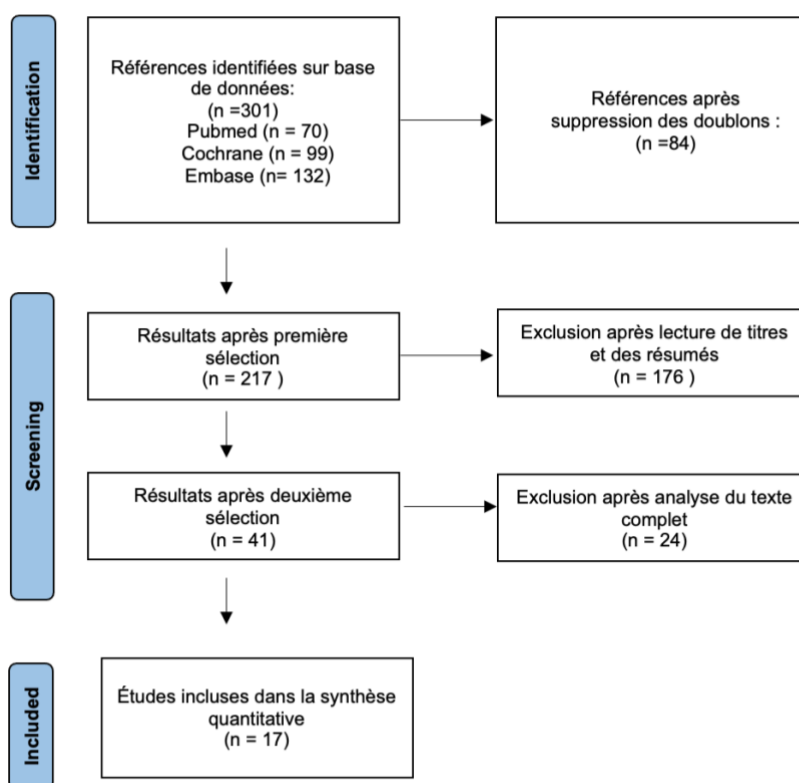


Figure 3: Flow diagram PRISMA 2020

3.2 Résumé des articles

L'ensemble des articles ont été lus et les données importantes ont été extraites et insérées dans des tableaux comportant les 11 points proposés par Toigo & Boutellier (2006). En annexe se trouvent les tableaux avec les données générales de nos études [Cf. *Annexe VII*]. Une synthèse des résultats est présentée ci-dessous sous forme écrite et au moyen de tableaux.

3.3 Comparaison des protocoles

Dans notre sélection finale, tous les patients ont suivi différents programmes d'entraînement physique après la pose d'une prothèse totale de genou. Les études retenues concernent une phase post-opératoire aiguë et il peut s'agir de thérapies individuelles ou en groupe, accompagnées d'un thérapeute ou effectuées à domicile.

3.3.1 Durée de l'intervention

D'après nos codes de recherche et nos critères d'inclusion, tous nos articles concernaient la phase post-opératoire aiguë. Cependant, comme la phase "aiguë" n'est pas précisée dans nos critères de sélection, la durée totale des interventions variait entre les articles. C'est pourquoi, l'étude de Jacksteit et al. (2021) a décidé de suivre ses patients pendant deux semaines alors que la durée de l'intervention de Winther et al. (2020) s'étend sur une période de deux mois.

Les articles de Han et al (2015) et de Evgeniadis et al. (2008) se basent sur le terme « sortie d'hôpital » pour définir le jour du début de leur période d'expérimentation. Les études de Abbas & Daher (2017), Hiyama et al. (2016), Rossi et al. (2005) et Zech et al. (2015) utilisent aussi ce terme.

Pour six articles, l'intervention commence dans les 48 heures suivant l'opération, pour trois durant la première semaine post-opératoire et pour sept articles le protocole démarre durant la deuxième semaine post-opératoire. Seuls les sujets de Suh et al. (2017) débutent leur protocole 2 semaines après l'opération.

Concernant la durée totale du protocole, l'étude de Abbas & Daher (2017) et celle de Hiyama et al. (2016) se déroulent uniquement sur la première semaine post-OP. Pour Jacksteit et al. (2021) et Jakobsen et al. (2012), le protocole s'arrête 2 semaines après l'opération et pour Bandholm et al. (2014) après 3 semaines. La majorité des études (neuf) s'étendent jusqu'à la semaine 6 post-OP. La période d'expérimentation de Hiyama et al. (2016) et Abbas & Daher (2017) se passe uniquement dans la première semaine (Tableau 3).

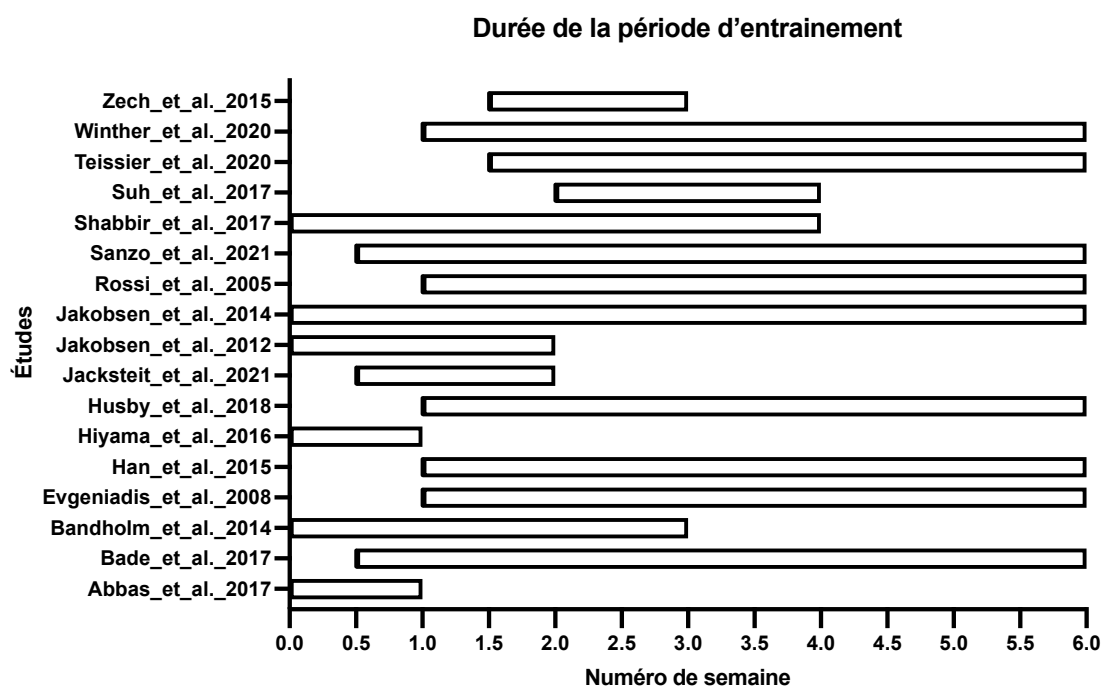


Tableau 3 : Durée de la période d'entraînement

Certains articles proposent des critères d'entraînements qui évoluent au cours de l'expérimentation. Afin d'être le plus précis possible pour notre protocole visant des patients en réhabilitation, pour rappel de la semaine 2 à la semaine 4, nos résultats sont séparés en trois phases : la première phase correspond à la phase hospitalière, du jour 1 au jour 7 post-OP. La deuxième phase correspond à la phase de réhabilitation, de la semaine 2 à la semaine 4. Puis une dernière phase en lien avec la fin des restrictions liées à la PTG (comme la charge partielle pour certains patients) correspond à la semaine 5 et à la semaine 6.

3.3.2 Types d'exercices

Afin de faciliter la lecture, l'amplitude du mouvement, la définition anatomique des exercices et le nombre d'exercices par protocole ont été regroupés dans ce paragraphe. Seuls les articles de Jakobsen et al. (2014), de Winther et al. (2020) et de Bandholm et al. (2014) parlent d'amplitude de mouvement dans leurs protocoles.

Pour la première étude, elle précise que les patients doivent partir d'une flexion maximale pour effectuer leur exercice, tendre la jambe jusqu'à une flexion de 40° et éviter l'hyperextension. Dans le protocole de Winther et al. (2020), les sujets passent d'une extension totale à une flexion de 90° en effectuant leur exercice. Le troisième auteur explique que des lignes sont tracées sur un mur afin de pouvoir contrôler que l'amplitude de mouvement est de 50°.

Le nombre d'exercices et la façon de les décrire divergent d'un auteur à l'autre. Par exemple, dans le protocole de Husby et al. (2018) le patient fait une extension de genou et de la leg press alors que Bade et al. (2017) propose quinze exercices différents.

Pour les exercices de flexion de genou, plusieurs auteurs proposent de faire des squats ou des mini-squats dans leur protocole dans les quatre semaines suivant l'opération : Abbas & Daher (2017), Bade et al. (2017) et Shabbir et al. (2017).

Au moins un auteur présente des exercices avec des *TheraBand* durant toute la période post-opératoire : Evgeniadis et al. (2008) du jour 1 à la semaine 6 après l'opération, Han et al. (2015) de la 2ème à la 6ème semaine et Bade et al. (2017) de la 5ème à la 6ème semaine de traitement.

Pour les exercices en extension de genou, les études de Jakobsen et al. (2012), Jakobsen et al. (2014) et Husby et al. (2018) parlent de « knee extension et leg press ». Hiyama et al. (2016), Abbas & Daher (2017) et Bade et al. (2017) ajoutent à ces deux exercices un renforcement de tout le membre inférieur.

Six tableaux en annexe font une synthèse de tous les exercices. [Cf. *Annexe VIII*]

3.3.3 Description de l'entraînement

3.3.3.1 Ampleur de la charge

Pour la phase post-opératoire aiguë, allant du 1er jour au 7ème jour suivant l'opération (Tableau 4), le protocole Jakobsen et al. (2012) propose une charge qui permette au patient de réaliser 10 répétitions, maximum 11. L'étude de Jakobsen et al. (2014) parle d'une charge avec laquelle le patient arrive à faire 12 répétitions maximales (12-RM).

L'étude de Bade et al. (2017) évoque une « résistance minimale ». Selon Bandholm et al. (2014), une intensité allant de 50% à 65% de la 1-

RM serait nécessaire. L'étude de Jacksteit et al. (2021) propose un protocole avec différentes intensités allant de zéro à quatre. Dans son article, les patients effectuent leur programme avec une intensité de trois sur quatre. Les sujets d'Hiyama et al. (2016) n'utilisent pas de charge durant les séances d'entraînement.

Finalement, Abbas & Daher (2017) Sanzo et al. (2021) et Shabbir et al. (2017) ne décrivent pas l'intensité de leur protocole.

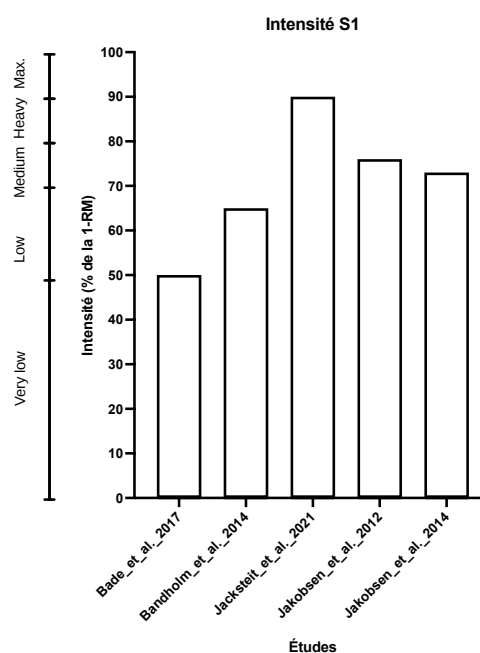


Tableau 4 : Ampleur de la charge S1

Pour la seconde période, allant de la semaine 2 à la semaine 4 (Tableau 5), Jakobsen et al. (2012), Bade et al. (2017) et Jacksteit et al. (2021) gardent la même intensité que lors de la première phase de réhabilitation. L'étude de Bandholm et al. (2014) utilise la même ampleur de charge mais précise qu'elle peut être augmentée si besoin.

Pour Evgeniadis et al. (2008) et pour Zech et al. (2015), le patient doit être capable d'effectuer 15 répétitions avec la charge choisie. Pour Jakobsen et al. (2014), le patient prend une charge lui permettant de faire au maximum 10 répétitions.

Le protocole de Suh et al. (2017) présente une intensité de 30% de la 1-RM. L'étude de Rossi et al. (2005) propose des exercices à exécuter d'abord contre la gravité puis avec 80% de la force maximale. Le travail de Husby et al. (2018) parle de 80 à 90% de la 1-RM et celui de Winther et al. (2020) de 85-90% de la 1-RM.

Dans cette période, Sanzo et al. (2021) et Shabbir et al. (2017) ne citent à nouveau pas d'intensité, de même que Han et al. (2015).

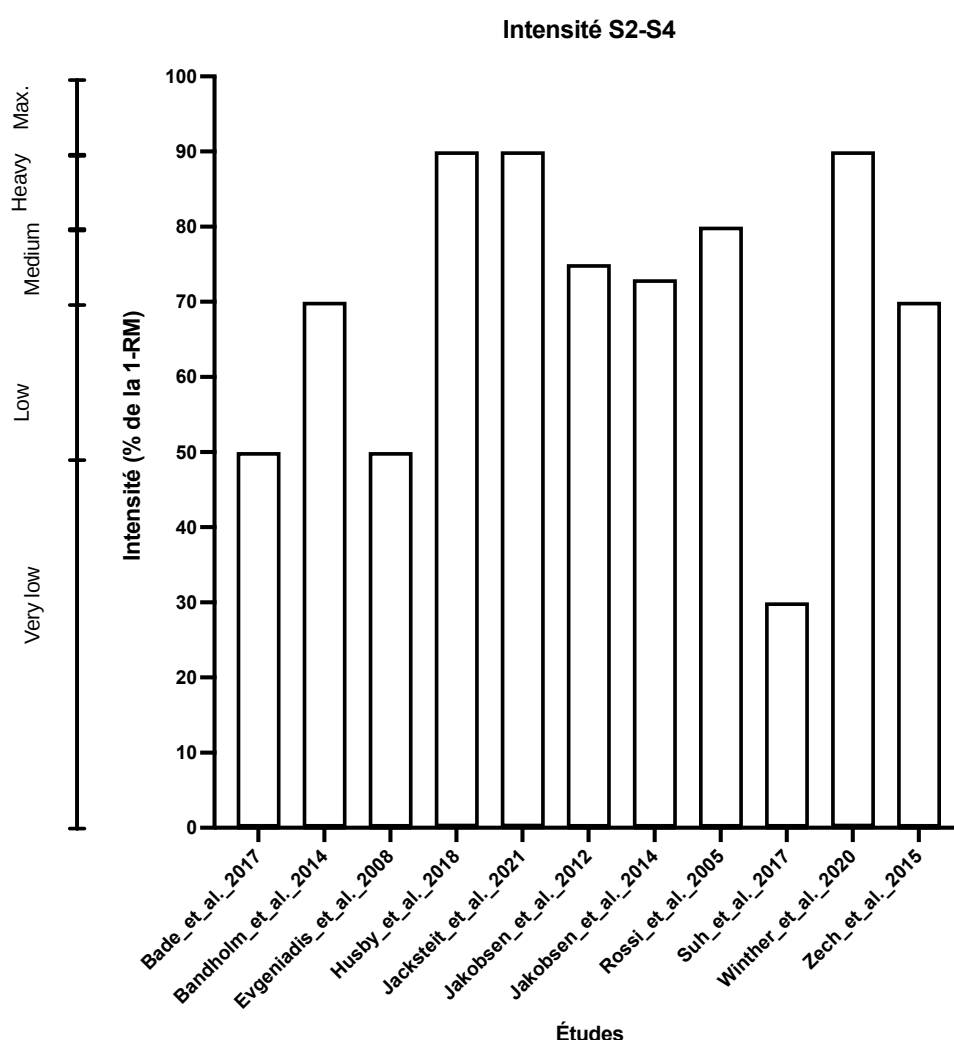


Tableau 5 : Ampleur de la charge S2 à S4

L'étude de Teissier et al. (2020) utilise un autre système pour définir la charge que les patients doivent porter pour effectuer les exercices. Dans son article, elle représente 25-30% de la masse corporelle de l'individu.

Pour la période allant de la semaine 4 à la semaine 6 (Tableau 6), Bade et al. (2017), Evgeniadis et al. (2008), Teissier et al. (2020) et Winther et al. (2020) gardent la même intensité que celle citée ci-dessus. Pour Jakobsen et al. (2014), le sujet doit être capable de réaliser au maximum huit répétitions avec sa charge.

Husby et al. (2018) et Rossi et al. (2005) proposent d'augmenter la charge si le nombre de répétitions demandé est trop simple pour le patient. Han et al. (2015) et Sanzo et al. (2021) ne citent pas d'intensité pour cette période.

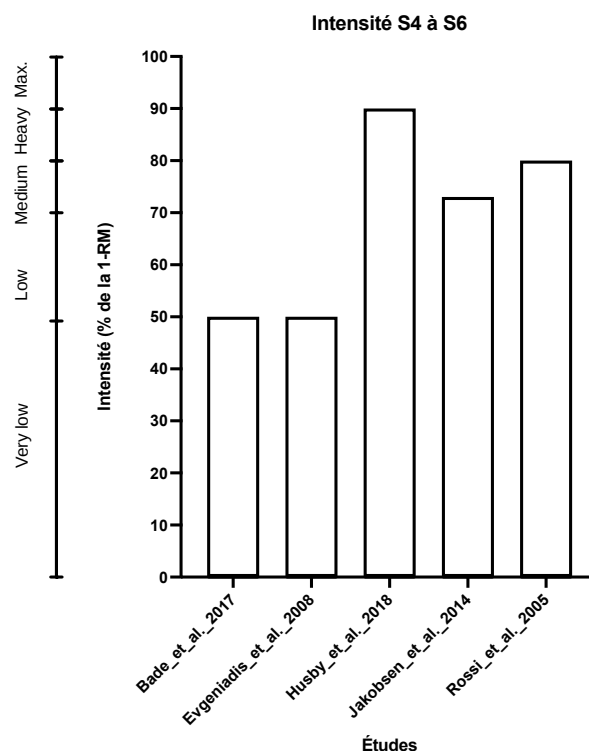


Tableau 6 : Ampleur de la charge S5 à S6

3.3.3.2 Nombre de répétitions et nombre de séries

Ces deux critères sont regroupés car ils sont sensiblement liés.

Pour la phase J1-J7 post-OP (Tableau 7), le nombre de répétitions varie de 4 à 20. Trois articles, Bade et al. (2017), Jakobsen et al. (2012) et Rossi et al. (2005), s'accordent sur 10 répétitions par série. Cependant, le nombre de séries varie entre les auteurs : deux pour Bade et al. (2017) et Jakobsen et al. (2012), trois pour Rossi et al. (2005).

L'étude de Bandholm et al. (2014) propose moins de répétitions dans cette phase : une série de quatre répétitions. Hiyama et al. (2016), Jacksteit et al. (2021) et Jakobsen et al. (2014)

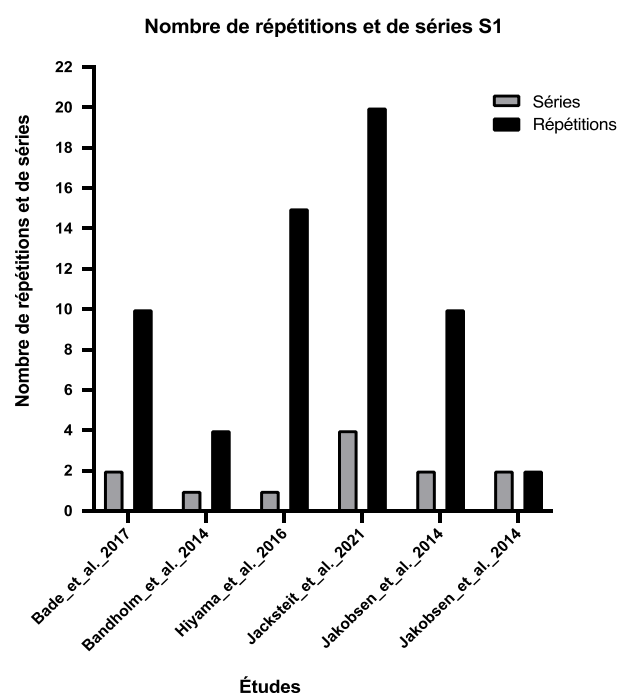


Tableau 7 : Nombre de répétitions et de séries S1

proposent plus de 10 répétitions dans leur protocole, 15 pour le premier, 2x20 pour le second et 2x12 pour le troisième auteur.

Pour la deuxième phase allant de la semaine 2 à semaine 4 (Tableau 8), six auteurs proposent 10 répétitions : Bade et al. (2017), Evgeniadis et al. (2008), Han et al. (2015), Jakobsen et al. (2012), Jakobsen et al. (2014) et Rossi et al. (2005). Husby et al. (2018) et Winther et al. (2020) proposent des séries de cinq répétitions. Teissier et al. (2020) propose de réaliser entre 5 et 10 répétitions entre trois et quatre sets. Le protocole de Zech et al. (2015) définit un protocole d'abord de trois séries de 15 répétitions, tout comme celui de Suh et al. (2017), puis de deux séries de 10 répétitions.

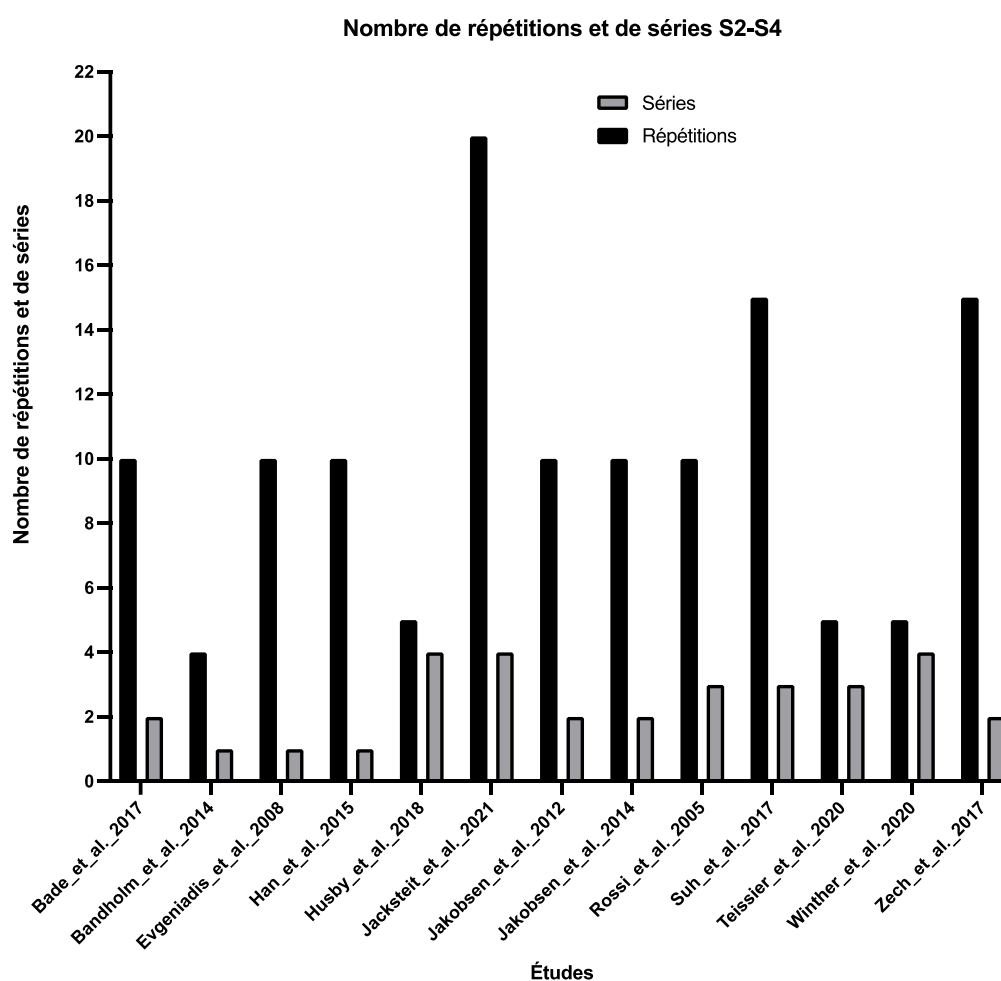


Tableau 8 : Nombre de répétitions et de séries S2 à S4

Pour la dernière phase (Tableau 9), Bade et al. (2017), Han et al. (2015), Husby et al. (2018), Rossi et al. (2005), Teissier et al. (2020) et Winther et al. (2020) ne changent pas le nombre de séries ni de répétitions. Jakobsen et al. (2014) en revanche passe de 10 répétitions pour deux séries dans la phase précédente à huit répétitions pour le même nombre de séries. Evgeniadis et al. (2008) augmente le nombre de répétitions et de séries à 14 répétitions pour trois séries.

Abbas & Daher (2017), Sanzo et al. (2021) et Shabbir et al. (2017) ne précisent pas le nombre de répétitions ou de séries que les sujets doivent effectuer durant chacune des phases de réhabilitation.

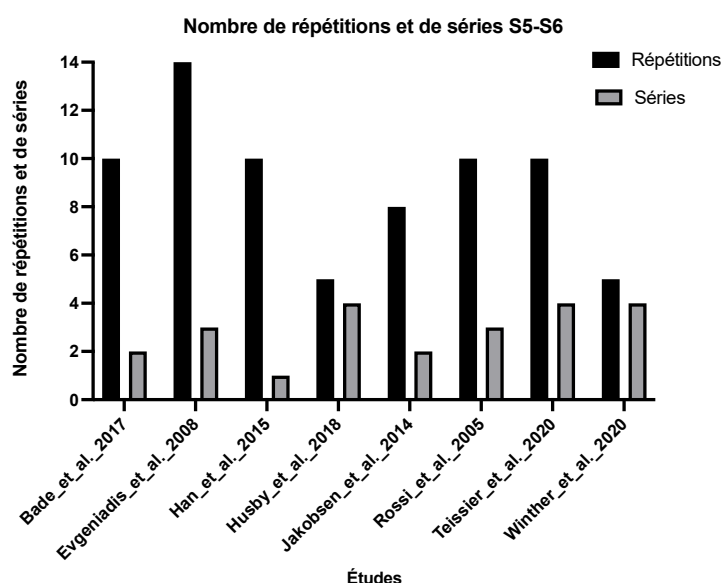


Tableau 9 : Nombre de séries et de répétitions S5 à S6

3.3.3.3 Repos entre les séries

Le temps de repos entre les séries n'est pas souvent précisé. Sur nos 17 articles finaux, seuls 6 relèvent ce critère : L'étude de Rossi et al. (2005) propose 30 secondes, Husby et al. (2018), Winther et al. (2020) et Jakobsen et al. (2014) recommandent 1 à 2 minutes, le protocole d'Evgeniadis et al. (2008) 2-3 minutes, Jacksteit et al. (2021) 3 minutes et pour finir Teissier et al. (2020) 5 minutes. Aucun de ces sept articles ne justifie le temps de repos.

3.3.3.4 Repos entre les répétitions

Seule l'étude de Jakobsen et al. (2014) précise qu'il n'y a pas de repos entre chaque répétition.

3.3.3.5 Distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition

Ce point est également rarement mentionné. Seuls deux articles l'évoquent clairement. Pour Bandholm et al. (2014), il faudrait s'entraîner avec 3 secondes de contraction musculaire concentrique puis 3 secondes d'excentrique et pour finir 1 seconde d'isométrique. Le travail de Jakobsen et al. (2014) relève aussi ce critère et propose 3 secondes de travail excentrique puis 2 secondes isométrique puis 3 secondes concentrique.

3.3.3.6 Temps sous tension

Seule l'étude de Suh et al. (2017) relève ce point. Le planning d'entraînement est séparé en trois parties : la première du jour 1 au jour 2, permet un temps de 5 secondes sous tension. Puis du 3ème au 5ème jour le temps augmente à 10 secondes sous tension et finalement du jour 6 au jour 10, le temps sous tension passe à 20 secondes.

3.3.3.7 Échec musculaire volontaire

Jakobsen et al. (2014), Bandholm et al. (2014), Rossi et al. (2005), Suh et al. (2017), Winther et al. (2020) parlent d'échec musculaire volontaire.

Le principe de l'étude de Bandholm et al. (2014) est de tester le temps pour que le patient ait un échec musculaire. Celui-ci était avéré pour tous les exercices. Le travail de Rossi et al. (2005) relève ce point dans la discussion en disant que sur le point physiologique la diminution évidente de production de force dans leur étude peut être expliquée par un échec de contraction musculaire volontaire.

Suh et al. (2017) explique aussi dans la discussion que l'échec de contraction musculaire peut expliquer l'atrophie musculaire des patients post-PTG. Winther et al. (2020) écrit dans la discussion avoir remarqué des échecs musculaires lorsque le nombre de répétitions était augmenté.

3.3.3.8 Temps de récupération entre les séances d'exercices

Seules trois de nos 17 études finales parlent de cela. Jakobsen et al. (2012) et Jakobsen et al. (2014) recommandent un temps de repos de 48 à 72h entre les séances. L'étude de Zech et al. (2015) précise que les sujets n'ont pas le droit d'effectuer le même exercice de force deux jours de suite.

Les autres auteurs n'évoquent pas clairement le temps de récupération entre les séances, mais relèvent le nombre de séances par semaine ou par jour. Bade et al. (2017), Husby et al. (2018), Evgeniadis et al. (2008) et Winther et al. (2020) recommandent de suivre le protocole trois fois par semaine.

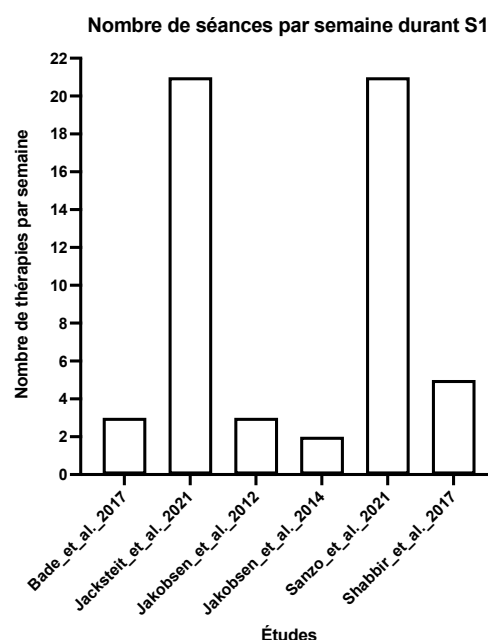


Tableau 10 : Nombre de séances par semaine S1

Les études de Shabbir et al. (2017) et de Suh et al. (2017) recommandent de suivre le programme tous les jours sur une semaine de cinq jours.

Pour Han et al. (2015), Jacksteit et al. (2021) et Sanzo et al. (2021) trois séances doivent être effectuées par jour dans les deux premières semaines du protocole. Pour Sanzo et al. (2021) comme pour Teissier et al. (2020), chaque sujet participe à deux séances par jour sur une semaine de cinq jours dans la deuxième partie du protocole.

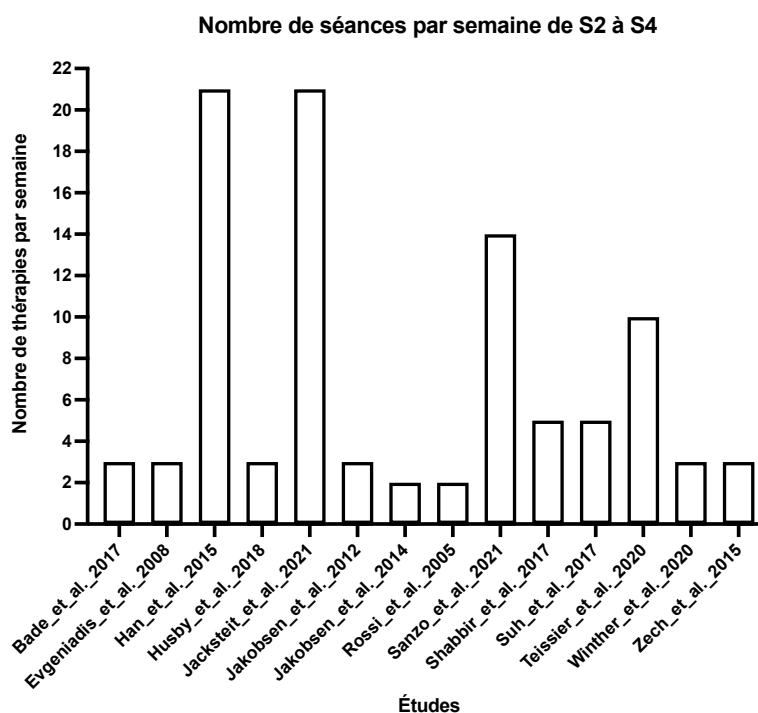


Tableau 12 : Nombre de thérapies par semaine S2 à S4

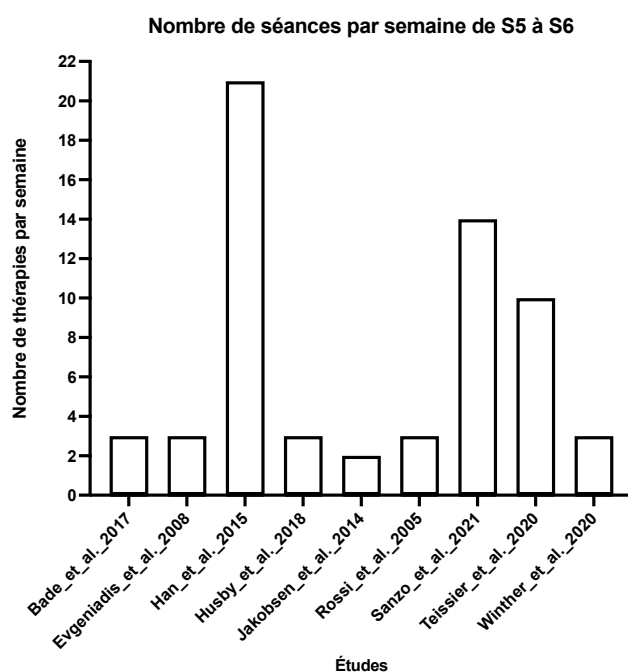


Tableau 11 : Nombre de séances par semaine S2 à S4

3.3.4 Effets secondaires

Certains articles relèvent des effets secondaires pendant le protocole, comme l'étude de Bandholm et al. (2014) qui précise qu'une charge de 8-RM est, pour le patient, plus douloureuse durant l'exercice qu'une charge de 20-RM. Le travail de Husby et al. (2018) relève que la douleur durant les entraînements intensifs a un score de 68/100 en moyenne. Jakobsen et al. (2012) et Winther et al. (2020) utilisent l'échelle visuelle analogique (EVA) pour permettre aux patients d'évaluer la douleur. Les deux auteurs relèvent chez leurs patients une « douleur modérée » ressentie par ces derniers. Pour Suh et al. (2017), aucun patient n'a présenté « d'évènements indésirables graves » au cours de la période d'étude.

Les articles restants ne parlent pas d'effets secondaires et celui de Rossi et al. (2005) précise même qu'il s'agit d'une limite de l'étude.

3.4 Qualité des protocoles

Afin d'avoir un avis plus objectif sur nos résultats, les protocoles ont été évalués avec l'échelle CONTENT (Hoogeboom et al., 2021). Un tableau présentant l'évaluation de tous les critères se trouve en annexe [Cf. *Annexe IX*].

- Éligibilité des patients

Dans le premier point, critère d'éligibilité, la description de la sélection des patients, des contre-indications et de l'adéquation des exercices demandés par rapport au problème du patient ont été analysées dans les 17 études.

La majorité des études sont de bonne qualité, seuls Abbas & Daher (2017) et Husby et al. (2018) ne définissent pas leurs critères de sélection.

- Compétence et cadre

Dans cette partie, le suivi des patients a été analysé, c'est-à-dire si des thérapeutes compétents suivaient les patients et contrôlaient les exercices et si le cadre de la réhabilitation était adapté. Toutes nos études remplissent ce critère.

- Justification

La justification fait référence au déroulement des exercices thérapeutiques. Le lien entre le but de l'étude et les besoins du patient a été évalué en premier. Ensuite le type d'exercices, leur intensité et la manière dont les auteurs abordent et justifient ces aspects ont été relevés.

Tous les articles décrivent le premier aspect et expliquent que leur protocole est de première nécessité pour le patient. En revanche, plus de la moitié des articles n'expliquent

pas leur choix de paramètres de traitement de réhabilitation. Seuls huit auteurs justifient ces paramètres.

- Contenu

L'analyse du contenu est divisée en trois parties. Dans un premier temps, la description des exercices a été analysée afin de savoir si l'intensité était définie et ajustable et si la majorité des patients pouvaient l'appliquer. Puis l'adaptation du programme en cas de problèmes lors des exercices et la personnalisation des exercices tant au niveau physique qu'environnemental (motivation, ethnie, famille) ont également été analysés.

La qualité des protocoles relatifs à ce critère est moyenne voire faible. Seule l'étude de Zech et al. (2015) énonce ces trois parties dans son article. Husby et al. (2018), Jakobsen et al. (2012), Jakobsen et al. (2014) et Suh et al. (2017) mentionnent l'intensité et une possible adaptation de leur protocole.

Abbas & Daher (2017), Han et al. (2015), Sanzo et al. (2021) et Shabbir et al. (2017) ne relèvent aucun aspect du contenu dans les articles. Les articles non-cités ci-dessus ne parlent que de l'intensité.

- Adhérence

L'adhérence, qui est le dernier critère, se base sur la possibilité d'avoir un retour du patient par rapport à son traitement.

Sept de nos 17 articles énoncent comment le protocole s'est déroulé et les biais par rapport à ce qui était prévu.

4 Discussion

L'objectif de notre étude est d'optimiser la réhabilitation post-PTG par une recherche d'exercices physiques dans le but de perfectionner le protocole BFR du travail de Pasquini et Durand par une scoping review. Ce chapitre commencera par une analyse de la littérature sur le sujet de la réhabilitation aigüe post PTG, puis nos résultats seront comparés au protocole BFR du travail de Pasquini et Durand afin de le perfectionner.

4.1 Interprétation des résultats

Premièrement, nous constatons qu'il n'y a pas de consensus concernant les critères définissant un protocole d'entraînement musculaire. Les études répondent à quelques critères proposés par Toigo & Boutellier (2006), mais aucune ne relève les 11 items au complet. De plus, certains auteurs décrivent leur protocole avec des termes imprécis voire subjectifs. Les explications qui suivent démontrent de quelle manière ces imprécisions ont été interprétées.

Concernant la durée de la période d'entraînement, neuf articles commencent dans les premiers jours post-OP. Huit débutent dès la 2ème semaine post-opératoire. Neuf études finissent à la semaine 6 post-opératoire. Les articles de Han et al. (2015) et de Hiyama et al. (2016) se basent sur le terme « sortie d'hôpital » pour définir le jour du début de leur protocole, mais ce terme est vague. En se basant sur les exemples de patients opérés à la clinique de Valère de Sion, nous avons pris la décision que cela correspondait à l'intervalle J3-J7 post-OP. D'autres articles utilisent ce même terme, ils ont systématiquement été associés au 7ème jour suivant l'opération. Les études de Jakobsen et al. (2014) et de Shabbir et al. (2017) ne précisent pas si leur période d'expérimentation commence dans les 24h post-opératoires. Nous avons dès lors décidé qu'elle commençait directement après l'opération.

Pour la durée, les études se séparent en deux groupes. Le premier commence directement en post-OP, ce qui correspond aux journées passées à l'hôpital. Le deuxième groupe débute dès la 2ème semaine post opératoire, ce qui correspond aux patients qui se rendent dans des centres de réhabilitation.

Pour les types d'exercices, comme notre sélection d'articles concerne exclusivement du renforcement musculaire, plusieurs auteurs proposent les mêmes exercices. Les termes qui sont revenus le plus fréquemment sont « squat » ou « mini-squat », « leg press » et « knee extension » ou « knee flexion » ainsi que des exercices avec des *TheraBand*. Les types d'exercices peuvent être séparés entre flexion et extension. Certains auteurs

proposent un entraînement avec des machines alors que d'autres recommandent d'utiliser le poids du corps. Le nombre d'exercices différents varie entre un seul exercice et une quinzaine. Concernant l'amplitude des mouvements, trois articles relèvent cet item. Ceci dépend étroitement du type d'exercices proposé.

Il est important de relever la différence de description des entraînements entre les articles. En effet, certains auteurs ne décrivent que très vaguement les exercices effectués par les sujets alors que d'autres contiennent beaucoup de précisions. C'est le cas pour la leg press, un exercice cité à plusieurs reprises mais dont le déroulement n'est pas toujours expliqué.

Concernant l'ampleur de la charge, pour la première période, l'intensité varie de 50 à 90% de la 1-RM. Deux articles recommandent d'être entre 70 et 90 % de la 1-RM. Pour la seconde période, l'intensité varie de 30 à 90%. Mais la majorité se situent entre 50 et 80% de la 1-RM. Pour la troisième période, les intensités varient de 50 à 90%. Deux articles parlent de 50%. Premièrement, avant d'interpréter les résultats, il faut relever que l'unité de mesure de l'intensité varie d'un article à l'autre. Par exemple, l'étude de Jakobsen et al. (2014) parle de 12-RM sans décrire la charge soulevée. Il est donc impossible de définir le pourcentage de la 1-RM (Reynolds et al., 2006). L'échelle de Bompa & Haff (2009) a été utilisée pour interpréter que cela était une charge d'intensité *medium* afin de pouvoir l'insérer dans le graphique et la comparer avec les autres études. L'étude de Jakobsen et al. (2012) parle de 10-RM qui a été interprété comme *medium*. Evgeniadis et al. (2008) et Zech et al. (2015) relèvent 15-RM que nous avons définie comme *low*. Par ailleurs, en plus du désaccord concernant le pourcentage de la 1-RM, deux articles définissent leur intensité avec une autre échelle que la 1-RM. L'article de Jacksteit et al. (2021) parle d'intensité sur un total de quatre. Nous n'avons pas trouvé dans la littérature de recommandation pour la comparer avec le pourcentage de la 1-RM. Nous avons décidé d'interpréter le 0/4 comme « very low », le 1/4 comme « low », le 2/4 comme « medium », 3/4 comme « heavy » et 4/4 comme « maximum ». L'étude de Bade et al. (2017) propose un entraînement avec une « résistance minimale » sans donner d'autres précisions. Nous avons décidé qu'il s'agissait de very low.

Pour interpréter les effets de l'intensité sur l'articulation, il est important de relier le pourcentage de la 1-RM avec les effets secondaires non désirés. Husby et al. (2018) et Winther et al. (2020) proposent une très haute intensité (90% 1-RM) mais relèvent des douleurs lors de l'exercice. L'étude de Jakobsen et al. (2012) relève aussi des douleurs avec 75% de la 1-RM. L'étude de Bandholm et al. (2014) précise qu'un entraînement à

basse intensité est moins douloureux qu'un entraînement à haute intensité. Cette liste d'effets secondaires renforce l'idée qu'un traitement à faible intensité est plus adapté au patient post-PTG en réhabilitation aigüe et que l'utilisation d'un BFR serait indiquée.

Au sujet du nombre de répétition et des séries d'exercices dans la semaine qui suit l'opération, le nombre de répétitions effectuées dans les protocoles se situe entre 4 et 20 et les sujets font entre une et trois séries. Certains auteurs ne précisent pas le nombre de répétitions exécutées. Pour la deuxième phase allant de la semaine 2 à la semaine 4, le nombre de répétitions varie de 4 à 15 et le nombre de séries de 1 à 4. Pour la dernière phase, de la semaine 4 à la semaine 6, la littérature propose des d'effectuer 5 à 14 répétitions répétées 1 à 4 fois. Le nombre d'exercices et de séries varie énormément d'un article à un autre, ce qui rend leur comparaison difficile. C'est pourquoi il a été décidé de regrouper ces deux paramètres lors de l'analyse des articles.

Pour le repos entre les séries, environ un tiers des auteurs parlent de cet aspect dans leur article. Le temps de repos entre les séries varie entre 30 secondes et 5 minutes mais la moitié des auteurs proposent 1 à 2 minutes de pause entre les séries. Concernant les repos entre les répétitions, seul un article relève qu'il n'y a pas de repos entre chacune d'entre elles. Très peu d'articles parlent du temps de repos entre les séries ou entre les répétitions. Nous pensons que c'est un critère qui est dépendant de l'intensité du protocole. Selon nous, le temps de repos entre les séries dépend de l'intensité, du nombre de répétitions et du nombre de séries et surtout de notre patient et de son état général. Il ne faut pas oublier que la population subissant une prothèse totale de genou est une population âgée qui peut avoir d'autres pathologies influençant l'entraînement et le temps de repos.

Concernant la distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition, deux articles relèvent ce point. Le premier propose 3 secondes de contraction musculaire concentrique puis 3 secondes d'excentrique et pour finir 1 seconde d'isométrique. L'autre article qui relève aussi ce critère et propose 3 secondes de travail excentrique puis 2 secondes isométrique puis 3 secondes de travail concentrique. Les articles s'accordent pour relever un temps identique d'excentrique et de concentrique qui est de 3 secondes et proposent un temps plus court d'isométrique allant d'1 à 2 secondes. Toutefois, cet item dépend du type d'exercices proposé.

Pour le temps sous tension, l'étude de Suh et al. (2017) propose que la première partie de l'entraînement (du jour 1 au jour 2) soit de 5 secondes sous tension. Puis du 3ème au 5ème jour les muscles du sujet sont 10 secondes sous tension et finalement du jour 6 au jour 10, le temps augmente à 20 secondes. Seul l'article de Suh et al. (2017) relève

clairement ce point. Mais l'étude de Sanzo et al. (2021) parle de temps de l'entraînement. Nous pouvons interpréter qu'il s'agit du temps sous tension. Celui-ci est relativement élevé puisque c'est un exercice que le patient effectue durant 5 minutes sans pause. Il s'agit pour nous plutôt d'un protocole d'endurance mais nous avons décidé de le garder, car l'un des objectifs principaux de cette étude est le renforcement musculaire. Cette même étude propose un temps sous tension qui évolue : la semaine 1 elle propose 5 minutes, puis la semaine d'après 10 minutes, ensuite chaque semaine 5 minutes supplémentaires jusqu'à la dernière semaine (semaine 6) où le sujet pédale durant 30 minutes.

Concernant l'échec musculaire, Jakobsen et al. (2014), Bandholm et al. (2014), Rossi et al. (2005), Suh et al. (2017), Winther et al. (2020) relèvent qu'il y a un échec musculaire volontaire. Aucun de ces cinq articles ne donnent une définition de ce critère. Afin de faciliter la compréhension, nous avons décidé d'utiliser une définition de la littérature scientifique. L'article de Grgic et al. (2022) le définit comme « l'incapacité d'effectuer une contraction supplémentaire ». De plus, aucun des articles de notre scoping review ne précise de quel muscle il s'agit.

Pour le temps de récupération entre les séances, quatre articles proposent de suivre un entraînement trois fois par semaine, deux articles proposent une fois par jour sur cinq jours. Trois articles relèvent trois séances par jour et deux articles deux fois par jour sur cinq jours. Nos articles parlent plus souvent du nombre de séances à effectuer par semaine que du temps de repos entre les séries. Nous pensons que cet aspect est très dépendant du lieu où se trouve le patient. En effet, selon nos expériences de stage, les patients ne bénéficient pas toujours du même nombre de séances par semaine, mais cela dépend aussi de leur état général et de leurs besoins ainsi que du personnel à disposition.

Pour reprendre l'item des effets secondaires, comme évoqué plus haut, quatre articles parlent de douleurs durant leur programme, tous avec un pourcentage de la 1-RM élevé. L'étude de Suh et al. (2017) décrit qu'il n'y a pas d'évènements indésirables graves, sans préciser s'il s'agit simplement de douleurs ou d'évènements plus graves. Nous pensons que si l'auteur avait voulu quantifier la douleur du patient, il aurait utilisé le mot «douleur» et que par conséquent la douleur n'est pas un «évènement indésirable grave». Dans nos études, la plupart des auteurs parlent des effets secondaires négatifs ressentis avant ou après l'entraînement et non durant l'exercice. De plus, les auteurs comparent souvent la douleur pré-opératoire avec la douleur post-opératoire. Par conséquent, nous ne savons pas si c'est l'opération ou l'entraînement qui en est la cause.

4.2 Proposition d'un protocole pour patient post-PTG avec BFR

Le but de notre travail étant de compléter le protocole proposé par le travail de Pasquini et Durand, leurs résultats ont été comparés avec les nôtres afin d'adapter leur protocole BFR pour des patients post-PTG. Notre protocole s'appuie sur une analyse approfondie des résultats de notre scoping review, une lecture attentive du protocole BFR proposé par Pasquini et Durand et s'applique pour une patientèle de la Leukerbad Clinic. Cela signifie que uniquement les résultats issus de la scoping review allant de la période semaine 2 à semaine 4 ont été sélectionnés. Afin d'avoir un protocole complet, les items proposés par Toigo & Boutellier (2006) sont pris comme référence.

- Durée de la période d'entraînement

Les patients de la Leukerbad Clinic arrivent entre le 5ème et le 8ème jour post-opératoire. Ils restent pour la plupart trois semaines. Certains demandent des raccourcissements, d'autres des rallongements qui leur sont accordés avec l'aval du médecin et de l'assurance maladie. La durée de notre programme est de trois semaines. Cette dernière est en accord avec la littérature post-PTG, la Leukerbad Clinic et le protocole BFR de nos collègues.

- Type d'exercices

Pour ce paramètre, nous nous sommes référées aux données de notre scoping review uniquement car le protocole de Pasquini et Durand n'en parlait pas.

- o Définition anatomique des exercices

D'après nos résultats, beaucoup d'auteurs parlent uniquement de flexion ou d'extension de genou sans donner d'exemple concret d'exercices. Néanmoins deux exercices sont mentionnés à plusieurs reprises : les squats et la leg press. Pour notre protocole, nécessitant un faible pourcentage de la 1-RM, le squat n'est pas optimal. Afin d'avoir, comme le demande le protocole BFR du travail de Pasquini et Durand, une charge faible et extrêmement précise, un exercice sur machine est plus adapté. De plus, le but est de travailler les extenseurs et les fléchisseurs de genou. Le squat et la leg press se focalisent tous les deux sur l'extension concentrique de l'articulation. L'étude de Teissier et al. (2020) propose de travailler avec une leg curl. Cet exercice répond à nos critères car son utilisation focalise la flexion de genou et le poids est facilement adaptable. La leg press correspond aussi à ces critères.

La leg press et la leg curl sont, par conséquent, les deux exercices choisis. Ces deux exercices ont aussi l'avantage d'être faisables dans des centres de réhabilitation avec des appareils simples et sont réalisables par le patient avec le manchon de compression du Blood Flow Restriction.

- Amplitude du mouvement

Seuls trois auteurs proposent une amplitude de mouvement à réaliser. Pour notre protocole, le patient effectuerait lors de la leg press un mouvement avec une amplitude allant de la flexion de genou maximale à une flexion de 40° et inversement pour la leg curl. Comme le propose Jakobsen et al. (2014), nous évitons volontairement l'extension totale afin d'éviter les blessures en fin d'amplitude.

- Nombre d'exercices d'intervention

Les 17 articles analysés proposaient des différences par rapport au nombre d'exercices durant l'intervention. Comme nous avons décidé d'effectuer trois séries de 15 à 30 répétitions pour chaque exercice, nous pensons que deux exercices différents seront suffisants. De plus, le temps maximal durant lequel le patient peut garder un BFR est limité et nous pensons que durant une séance le patient ne pourra effectuer plus de deux exercices.

- Description de l'entraînement :

- Ampleur de la charge

Pasquini et Durand proposent une charge de 20% de la 1-RM pour la 1ère semaine, de 20-30% la semaine 2 et de 30% la semaine 3. Ces données sont inférieures aux données post-PTG qui recommandent une intensité allant de 30% à 90% pour cette période. Cependant, pour rappel, l'étude de Bandholm et al. (2014), relève qu'un entraînement à haute intensité est plus douloureux qu'un entraînement à basse intensité. Le travail de Bade et al. (2017) constate qu'à haute intensité les patients ont plus souvent des inhibitions musculaires.

Le but du BFR étant de travailler avec des charges faibles, les paramètres de Pasquini et Durand ont été gardés, soit 20% 1ère semaine, 20-30 % la 2ème et 30% la 3ème.

- Nombre de répétitions

Pasquini et Durand proposent de répéter l'exercice 30 fois puis de faire trois séries de quinze répétitions. Ces chiffres sont très élevés par rapport à ce que propose la littérature post-PTG, mais confirment le fait que l'intensité est plus faible pour cette dernière. Nous allons par conséquent garder la proposition de Pasquini et Durand. L'étude Suh et al. (2017) évoque elle aussi un nombre de répétitions élevé (15) avec trois séries tout en gardant une basse intensité à 30%1-RM. Les auteurs de cette recherche ont observé une amélioration de la vitesse de marche et les patients de l'étude n'ont pas montré d'effets secondaires indésirables.

- Nombre de séries

Afin de respecter le temps d'occlusion qui est de 5 minutes, trois séries sont proposées. De plus, ceci est en accord avec Teissier et al. (2020), Suh et al. (2017) et Rossi et al. (2005).

- Repos entre les séries

Nous proposons un repos de 30 secondes entre les séries, comme le propose le protocole de Rossi et al. (2005).

- Repos entre les répétitions

Il n'y a aucun moment de repos entre les répétitions.

- Distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition

Les deux articles relevant cet item, Bandholm et al. (2014) et Jakobsen et al. (2014), suggèrent dans leur protocole un temps similaire de concentrique et d'excentrique. Ils proposent d'y ajouter une contraction isométrique, mais pour l'utilisation du BFR, ce type de contraction n'est pas recommandé. Ainsi, nous gardons 2 secondes de concentrique et 2 secondes d'excentrique.

- Temps sous tension

D'après le protocole de Pasquini et Durand, le temps sous tension est de 5 minutes par exercice. Puis le patient doit faire une pause d'1 minute sans BFR pour continuer avec l'autre exercice. Le temps total serait de 10 minutes sous tension.

- Échec musculaire volontaire

L'échec musculaire ne doit pas être atteint par les patients.

- Temps de récupération entre les séances d'exercices

Comme déjà relevé précédemment, le temps de récupération est exprimé en nombre de fois par semaine. Nous proposons quatre fois. Ce nombre n'est pas clairement recommandé par la littérature post-PTG. En effet, la majorité des articles de notre scoping review proposent trois ou cinq fois par semaine. Nous nous basons sur le protocole BFR, car ce dernier demande un suivi plus restrictif qu'une simple réhabilitation post-PTG.

Notre protocole se base sur l'étude de Toigo & Boutellier (2006) qui propose un protocole de renforcement musculaire basique. Les aspects techniques du Blood Flow Restriction ont ensuite été ajoutés à notre protocole. Le travail de Pasquini et Durand a été pris comme référence.

Pour la pression du garrot (LOP), le protocole de Pasquini et Durand recommande 80% (continue entre les répétitions). Le 100% correspond au blocage systolique. Le type de garrot est un PTS-DELFI (Delfi Personal Tourniquet System). Ce modèle de BFR est

proposé par ORS. Le garrot sera placé en proximal de la cuisse et le temps d'occlusion sera de 5 minutes en continu. La largeur du BFR est de 11,5 cm.

Notre protocole se trouve en annexe. [Cf. *Annexe X*]

4.3 Comparaison avec la littérature

Lors de nos nombreuses recherches sur le BFR dans la littérature, un protocole post-PTG dans la phase aigüe post-opératoire n'a pas été trouvé. C'est pourquoi la comparaison est faite avec un protocole post-arthroplastie du genou débutant 2 semaines après l'opération (Tennent et al., 2017) et avec un protocole post-PTG débutant 4 semaines après l'opération (Sheley et al., 2018).

Pour commencer, il est important de relever que les populations des protocoles ne sont pas les mêmes. En effet, l'étude de Tennent et al. (2017) parle d'un âge moyen de 37 ans alors que l'âge moyen de la population de l'article de Sheley et al. (2018), qui est la même que celle de notre protocole, est d'environ 59 ans. Les patients du protocole Tennent et al. (2017) suivent, comme ceux de notre protocole, 12 thérapies avec le BFR, alors que ceux de Sheley et al. (2018) en suivent 18.

Concernant l'occlusion, les sujets de l'étude de Sheley et al. (2018) commencent avec une occlusion de 70% qui augmente à 80% au fil du protocole, alors que Tennent et al. (2017), tout comme notre protocole, propose 80% d'occlusion dès les premières séances. Le garrot est appliqué sur la partie proximale de l'articulation dans les trois protocoles. L'ampleur de la charge est la même chez Sheley et al. (2018), Tennent et al. (2017) que dans notre protocole : 20 à 30% de la 1-RM. Nous précisons dans notre protocole que la charge est d'abord de 20% de la 1-RM, puis de 30% de la 1-RM dans un deuxième temps. Pour les deux auteurs avec lesquels nous avons comparé notre protocole, les exercices sont séparés en quatre séries de 30x15x15x15 répétitions alors que nous avons décidé de supprimer une série pour éviter un temps d'occlusion trop long et d'effectuer 30x15x15. Cependant, le temps de pause de 30 secondes est identique dans les trois protocoles. Notre protocole est le seul qui parle de la distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition.

D'après notre protocole et celui de Tennent et al. (2017), le temps d'occlusion maximal est de 5 minutes alors qu'il est de 8 minutes pour Sheley et al. (2018).

Dans les deux protocoles avec lesquels nous avons comparé notre travail, trois exercices différents sont proposés avec 1 minute de pause de reperfusion entre chaque exercice. L'étude de Sheley et al. (2018) propose d'effectuer des exercices de « hip flexion », « hip abduction » et « quad set » dans un premier temps puis les exercices varient en fonction

des semaines du protocole. Dans l'article de Tennent et al. (2017), les trois exercices cités sont « leg press », « leg extension » et « reverse press ». Dans notre protocole, la leg press et des leg curl sont proposés.

4.4 Forces de notre travail

Afin de garantir un travail de qualité, notre travail a été effectué au moyen d'une méthodologie scientifique précise. Pour commencer, toute la sélection d'articles s'est faite en double-aveugle et selon les étapes proposées par l'échelle PRISMA-Scr. De plus, les articles proviennent de trois bases de données différentes, ce qui a permis d'avoir une vue d'ensemble de la littérature qui existe actuellement sur le sujet. Ensuite, par l'utilisation de l'échelle CONTENT pour comparer les protocoles proposés par les auteurs, la qualité des protocoles a pu être analysée, malgré le fait qu'ils étaient issus d'articles de différents designs. Enfin, en nous servant de l'évaluation proposée par Toigo & Boutellier (2006) nous avons pu décrire et comparer les protocoles grâce aux 12 items proposés.

Initialement, aucune limite n'a été posée concernant la date de publication des articles, mais avons remarqué que le résultat de notre recherche a donné des articles récents. Trois articles ont été publiés il y a 10 ans ou plus et les autres entre 2014 et 2021. Cela montre que les protocoles trouvés correspondent à la littérature récente.

4.5 Limites de notre travail

Notre étude a un biais d'interprétation à cause de l'imprécision de certains auteurs. Dans nos 17 articles, différents termes sont utilisés dont certains étaient subjectifs. C'est pourquoi il a été décidé, notamment pour la durée des protocoles, d'interpréter ce que les auteurs ont écrit afin de comprendre le début, la fin voire la durée totale d'un protocole. Un autre problème a été l'analyse des intensités. En effet, tous les auteurs n'utilisent pas la même formulation comme par exemple, Jakobsen et al. (2014) avec 12-RM comme mentionnée sous interprétation des résultats.

Connaître les effets secondaires d'un entraînement semblait important pour justifier l'utilisation d'un BFR durant les exercices. Malheureusement, seuls 4 articles sur les 17 analysés évoquent une augmentation légère de la douleur pendant le protocole et une étude cite qu'il n'y a pas d'effets secondaires graves.

Une autre limite de notre travail est le fait que tous nos articles n'ont pas une très bonne qualité selon l'échelle d'évaluation de qualité CONTENT. De plus, les différents items

ont été analysés de manière subjective et notre interprétation peut avoir un impact sur l'objectivité de notre évaluation.

4.6 Implication dans la pratique

Le BFR est une technique de renforcement musculaire qui, selon notre scoping review, permettrait une prise en charge plus adaptée pour les patients post-PTG. Pour rappel, les traitements proposés pour ce type de patient dans la littérature proposent une charge élevée et les patients ressentent des douleurs durant le traitement. Le BFR permettrait un entraînement musculaire efficace avec moins de contrainte, et par conséquent moins de douleur. Actuellement, avec l'importante augmentation de PTG, cette technique serait un atout pour les physiothérapeutes. De plus, son implication peut se faire dans tous types des structures : dans un cabinet, un hôpital ou dans une clinique. En effet, l'utilisation nécessite uniquement une machine BFR et des appareils de fitness basiques.

4.7 Pistes pour le futur

Notre scoping review relève que le protocole BFR pour les LCA est adaptable pour les patients post-PTG. Afin d'être validé par la communauté scientifique, il doit passer par la commission d'éthique. Une étude de faisabilité doit, dans un second temps, être conduite. Un étudiant en master de Bern University of Applied Sciences, Nathan Darbellay, rédige actuellement sa thèse sur ce sujet.

Une autre piste serait de simplifier l'accès au matériel BFR. Aujourd'hui, pour l'utilisation du matériel Owens Recovery Science, pilier dans ce domaine et très clairement recommandé selon la littérature, une formation en anglais est nécessaire. Un physiothérapeute francophone pourrait se former et devenir expert afin de proposer des formations en français.

5 Conclusion

Ce travail est la suite du travail de Bachelor effectué par Pasquini et Durand en 2021 et qui propose un protocole BFR post-opératoire. Après l'analyse de leur protocole au moyen de l'échelle CONTENT, une scoping review a été effectuée. Cette scoping review s'est intéressée aux protocoles d'exercices de renforcement musculaire dans la phase post-opératoire aigüe proposés par la littérature pour les patients ayant subi une prothèse totale de genou. Le but de ce travail est de continuer celui de Pasquini et Durand en ajoutant les données concernant la description des exercices à réaliser après la pose d'une PTG.

17 études ont été sélectionnées en double-aveugle et selon PRISMA-Scr à partir de trois bases de données différentes. Ces études ont ensuite été évaluées selon deux échelles différentes : l'échelle CONTENT pour juger la qualité des articles et l'échelle de Toigo & Boutellier (2006) qui proposait 12 items d'analyse pour le contenu des articles.

Les résultats de la scoping review ont mis en lumière le fait qu'il existe une multitude de possibilités de réhabilitation après la pose d'une prothèse totale de genou. Parfois simplement cité, d'autres fois décrit précisément, l'exercice leg press est celui qui revient le plus souvent. Les paramètres des protocoles varient aussi bien au niveau du nombre de séries, du nombre de répétitions que de l'intensité. Comme les études parlant d'intensité élevées soulignent que des douleurs sont ressenties par le patient durant les exercices, l'utilisation du BFR serait justifiée.

Afin de compléter le travail de Pasquini et Durand, les paramètres concernant l'application du BFR ont été gardés. La leg press y a été ajoutée en précisant qu'elle doit être effectuée dans une amplitude de mouvement allant de 40° de flexion à une flexion maximale. Afin d'avoir un entraînement des muscles extenseurs et fléchisseurs de l'articulation, la leg curl a été choisie pour compléter le protocole, utilisant les mêmes amplitudes. Le type de contraction musculaire durant l'exercice est de 2 secondes de concentrique et de 2 secondes d'excentrique. Comme le temps d'occlusion maximum ne devait pas être supérieur à 5 minutes, le nombre de séries et de répétitions a été modifié pour passer de 30x15x15x15 à 30x15x15.

Le protocole proposé est réalisable dans la majorité des centres de réhabilitation puisqu'il nécessite l'utilisation de deux machines communément présentes dans un fitness. En utilisant un BFR, les patients ont la possibilité d'améliorer, en réhabilitation aigüe, la force des muscles périarticulaires avec de faibles contraintes sur l'articulation.

6 Références

- 191014_SIRIS-Report2019_online.pdf. (s. d.). Consulté 7 novembre 2021, à l'adresse https://www.siris-implant.ch/media/archive1/191014_SIRIS-Report2019_online.pdf
- Abbas, C., & Daher, J. (2017). Pilot study : Post-operative rehabilitation pathway changes and implementation of functional closed kinetic chain exercise in total hip and total knee replacement patient. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 21(4), 823-829.
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies : Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19-32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Bade, M. J., Struessel, T., Dayton, M., Foran, J., Kim, R. H., Miner, T., Wolfe, P., Kohrt, W. M., Dennis, D., & Stevens-Lapsley, J. E. (2017). Early High-Intensity Versus Low-Intensity Rehabilitation After Total Knee Arthroplasty : A Randomized Controlled Trial. *Arthritis Care & Research*, 69(9), 1360-1368.
- Bannuru, R. R., Osani, M. C., Vaysbrot, E. E., Arden, N. K., Bennell, K., Bierma-Zeinstra, S. M. A., Kraus, V. B., Lohmander, L. S., Abbott, J. H., Bhandari, M., Blanco, F. J., Espinosa, R., Haugen, I. K., Lin, J., Mandl, L. A., Moilanen, E., Nakamura, N., Snyder-Mackler, L., Trojian, T., ... McAlindon, T. E. (2019). OARSI guidelines for the non-surgical management of knee, hip, and polyarticular osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 27(11), 1578-1589. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2019.06.011>
- Charles, D., White, R., Reyes, C., & Palmer, D. (2020). A SYSTEMATIC REVIEW OF THE EFFECTS OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING ON QUADRICEPS MUSCLE ATROPHY AND CIRCUMFERENCE POST ACL RECONSTRUCTION. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(6), 882-891. <https://doi.org/10.26603/ijsp20200882>
- Cobos, R., Latorre, A., Aizpuru, F., Guenaga, J. I., Sarasqueta, C., Escobar, A., García, L., & Herrera-Espiñeira, C. (2010). Variability of indication criteria in knee and hip replacement : An observational study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 11(1), 249. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-11-249>
- Duchateau, J. (2013, septembre 29). *Le vieillissement du système neuromusculaire : De la sarcopénie à la dynapénie* | Elsevier Enhanced Reader. <https://doi.org/10.1016/j.kine.2013.09.010>
- Evgeniadis, G., Beneka, A., Malliou, P., Mavromoustakos, S., & Godolias, G. (2008). Effects of pre- or postoperative therapeutic exercise on the quality of life, before and after total

- knee arthroplasty for osteoarthritis. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 21(3), 161-169.
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy : A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>
- Han, A. S. Y., Nairn, L., Harmer, A. R., Crosbie, J., March, L., Parker, D., Crawford, R., & Fransen, M. (2015). Early rehabilitation after total knee replacement surgery : A multicenter, noninferiority, randomized clinical trial comparing a home exercise program with usual outpatient care. *Arthritis Care & Research*, 67(2), 196-202. <https://doi.org/10.1002/acr.22457>
- Hannouche, D., Vieira Cardoso, D., & Miozzari, H. (2017, décembre 13). *La prothèse totale du genou répond-elle aux attentes des patients ?* Revue Medicale Suisse. <https://www.revmed.ch/revue-medicale-suisse/2017/revue-medicale-suisse-587/la-prothese-totale-du-genou-repond-elle-aux-attentes-des-patients>
- Hecksteden, A., Faude, O., Meyer, T., & Donath, L. (2018). How to Construct, Conduct and Analyze an Exercise Training Study? *Frontiers in Physiology*, 9, 1007. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01007>
- Hiyama, Y., Kamitani, T., Wada, O., Mizuno, K., & Yamada, M. (2016). Effects of Group-Based Exercise on Range of Motion, Muscle Strength, Functional Ability, and Pain During the Acute Phase After Total Knee Arthroplasty : A Controlled Clinical Trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 46(9), 742-748.
- Hoogeboom, T. J., Kousemaker, M. C., van Meeteren, N. L., Howe, T., Bo, K., Tugwell, P., Ferreira, M., de Bie, R. A., van den Ende, C. H., & Stevens-Lapsley, J. E. (2021). I-CONTENT tool for assessing therapeutic quality of exercise programs employed in randomised clinical trials. *British Journal of Sports Medicine*, 55(20), 1153-1160. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101630>
- Husby, V. S., Foss, O. A., Husby, O. S., & Winther, S. B. (2018). Randomized controlled trial of maximal strength training vs. Standard rehabilitation following total knee arthroplasty. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(3), 371-379.
- Iversen, E., Røstad, V., & Larmo, A. (2016). Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 115-118. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.005>

- Jacksteit, R., Stockel, T., Behrens, M., Feldhege, F., Bergschmidt, P., Bader, R., Mittelmeier, W., Skripitz, R., & Mau-Moeller, A. (2021). Low-Load Unilateral and Bilateral Resistance Training to Restore Lower Limb Function in the Early Rehabilitation After Total Knee Arthroplasty : A Randomized Active-Controlled Clinical Trial. *Frontiers in Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.628021>
- Jakobsen, T. L., Husted, H., Kehlet, H., & Bandholm, T. (2012). Progressive strength training (10 RM) commenced immediately after fast-track total knee arthroplasty : Is it feasible? *Disability and Rehabilitation*, 34(12), 1034-1040.
- Jakobsen, T. L., Kehlet, H., Husted, H., Petersen, J., & Bandholm, T. (2014). Early progressive strength training to enhance recovery after fast-track total knee arthroplasty : A randomized controlled trial. *Arthritis Care and Research*, 66(12), 1856-1866.
- Meier, W., Mizner, R., Marcus, R., Dibble, L., Peters, C., & Lastayo, P. C. (2008). Total Knee Arthroplasty : Muscle Impairments, Functional Limitations, and Recommended Rehabilitation Approaches. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 38(5), 246-256. <https://doi.org/10.2519/jospt.2008.2715>
- Mizner, R. L., Petterson, S. C., Stevens, J. E., & Snyder-Mackler, L. (2005). *Early Quadriceps Strength Loss After Total Knee Arthroplasty*: 11.
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC Medical Research Methodology*, 18(1), 143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Owens, J. (2015). *PERSONALIZED BLOOD FLOW RESTRICTION REHABILITATION*. 139.
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019a). Blood Flow Restriction Exercise : Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019b). Blood Flow Restriction Exercise : Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, 10, 533. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Pinto, P. R., McIntyre, T., Ferrero, R., Almeida, A., & Araújo-Soares, V. (2013). Risk factors

- for moderate and severe persistent pain in patients undergoing total knee and hip arthroplasty : A prospective predictive study. *PloS One*, 8(9), e73917.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073917>
- Price, A. J., Alvand, A., Troelsen, A., Katz, J. N., Hooper, G., Gray, A., Carr, A., & Beard, D. (2018). Knee replacement. *The Lancet*, 392(10158), 1672-1682.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32344-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32344-4)
- Przkora, R., Sibille, K., Victor, S., Meroney, M., Leeuwenburgh, C., Gardner, A., Vasilopoulos, T., & Parvataneni, H. K. (2021). Blood flow restriction exercise to attenuate postoperative loss of function after total knee replacement : A randomized pilot study. *European Journal of Translational Myology*.
<https://doi.org/10.4081/ejtm.2021.9932>
- Rannou, F., Sellam, J., & Berenbaum, F. (2010). Physiopathologie de l'arthrose : Conceptions actuelles. *La Presse Médicale*, 39(11), 1159-1163.
<https://doi.org/10.1016/j.lpm.2010.09.001>
- Reynolds, J. M., Gordon, T. J., & Robergs, R. A. (2006). PREDICTION OF ONE REPETITION MAXIMUM STRENGTH FROM MULTIPLE REPETITION MAXIMUM TESTING AND ANTHROPOMETRY. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 584-592.
- Rossi, M. D., Brown, L. E., & Whitehurst, M. (2005). Early strength response of the knee extensors during eight weeks of resistive training after unilateral total knee arthroplasty. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 944-949.
- Sakushima, K., Yoshikawa, M., Osaki, T., Miyamoto, N., & Hashimoto, T. (2020). Moderate hypoxia promotes skeletal muscle cell growth and hypertrophy in C2C12 cells. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 525(4), 921-927.
<https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2020.02.152>
- Sanzo, P., Niccoli, S., Droll, K., Puskas, D., Cullinan, C., & Lees, S. (2021). The effects of exercise and active assisted cycle ergometry in post-operative total knee arthroplasty patients—A randomized controlled trial. *Journal of Experimental Orthopaedics*, 8(1).
<https://www.cochranelibrary.com/central/doi/10.1002/central/CN-02291557/full>
- Shabbir, M., Umar, B., Ehsan, S., Munir, S., Bunin, U., & Sarfraz, K. (2017). Comparison of functional training and strength training in improving knee extension lag after first four weeks of total knee replacement. *Biomedical Research (India)*, 28(12), 5623-5627.
- Sheley, S. R., Ward, T., Clifton, B. C., & Buchanan, C. A. (2018). *Personalized Blood Flow Restriction : A Pilot Study for Total Knee Arthroplasty Rehabilitation*. 11.

- Singh, J. A., Gabriel, S., & Lewallen, D. (2008). The impact of gender, age, and preoperative pain severity on pain after TKA. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 466(11), 2717-2723. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0399-9>
- Singh, J. A., & Lewallen, D. G. (2014). Patient-level improvements in pain and activities of daily living after total knee arthroplasty. *Rheumatology*, 53(2), 313-320. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ket325>
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2015). The efficacy of blood flow restricted exercise : A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>
- Suh, M. J., Bo Ryun, K., & Sang Rim, K. (2017). Effects of Early Combined Eccentric-Concentric Versus Concentric Resistance Training Following Total Knee Arthroplasty. *Ann rehabil med*, 41(5), 816-827.
- Takarada, Y., Tsuruta, T., & Ishii, N. (2004). Cooperative Effects of Exercise and Occlusive Stimuli on Muscular Function in Low-Intensity Resistance Exercise with Moderate Vascular Occlusion. *The Japanese Journal of Physiology*, 54(6), 585-592. <https://doi.org/10.2170/jjphysiol.54.585>
- Teissier, V., Leclercq, R., Schiano-Lomoriello, S., Nizard, R., & Portier, H. (2020). Does eccentric-concentric resistance training improve early functional outcomes compared to concentric resistance training after total knee arthroplasty? *Gait & posture*, 79, 145-151.
- Tennent, D. J., Hylden, C. M., Johnson, A. E., Burns, T. C., Wilken, J. M., & Owens, J. G. (2017). Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy : A Randomized Controlled Pilot Study. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 27(3), 245-252. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000377>
- Toigo, M., & Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 97(6), 643-663. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0238-1>
- Vina, E. R., & Kwoh, C. K. (2018). Epidemiology of Osteoarthritis : Literature Update. *Current opinion in rheumatology*, 30(2), 160-167. <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000479>
- Winther, S. B., Foss, O. A., Klaksvik, J., & Husby, V. S. (2020). Pain and load progression following an early maximal strength training program in total hip- and knee arthroplasty patients. *Journal of Orthopaedic Surgery (Hong Kong)*, 28(2), 2309499020916392. <https://doi.org/10.1177/2309499020916392>

- Yasuda, T., Fukumura, K., Iida, H., & Nakajima, T. (2015). Effect of low-load resistance exercise with and without blood flow restriction to volitional fatigue on muscle swelling. *European Journal of Applied Physiology*, 115(5), 919-926. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3073-9>
- Zaremba, M., Martin, J., & Fyock-Martin, M. (2021). Does Blood Flow Restriction Resistance Training Improve Knee-Extensor Strength, Function, and Reduce Patient-Reported Pain? A Critically Appraised Topic. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1(aop), 1-6. <https://doi.org/10.1123/jsr.2021-0081>
- Zech, A., Hendrich, S., & Pfeifer, K. (2015). Association Between Exercise Therapy Dose and Functional Improvements in the Early Postoperative Phase After Hip and Knee Arthroplasty : An Observational Study. *PM & R : The Journal of Injury, Function, and Rehabilitation*, 7(10), 1064-1072. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2015.04.008>

7 Liste des illustrations

Figure 1: Nervus saphenus	2
Figure 2: Bompa et al. Classification de la 1-RM.....	10
Figure 3: Flow diagram PRISMA 2020	12

8 Liste des tableaux

Tableau 1: CONTENT Pasquini et Durand	5
Tableau 2 : Critères d'inclusion et d'exclusion PCC	8
Tableau 3 : Durée de la période d'entraînement.....	14
Tableau 4 : Ampleur de la charge S1	15
Tableau 5 : Ampleur de la charge S2 à S4	16
Tableau 6 : Ampleur de la charge S5 à S6	17
Tableau 7 : Nombre de répétitions et de séries S1	17
Tableau 8 : Nombre de répétitions et de séries S2 à S4.....	18
Tableau 9 : Nombre de séries et de répétitions S5 à S6	19
Tableau 10 : Nombre de séances par semaine S1	20
Tableau 12 : Nombre de séances par semaine S2 à S4	21
Tableau 11 : Nombre de thérapies par semaine S2 à S4	21

9 Annexes

I. Protocole Pasquini et Durand

Paramètres	Valeurs
Début intervention	Entre J5-8 postop
Fin intervention	J30 postop
Durée totale intervention	3 SA
Nbre total de séances/semaine	4x/SA (pas plus d'une fois 2 jours d'affilée)
Nbre totale de séances	12
Séries	4
Répétitions	30x15x15x15
Temps de repos	30 secondes (entre les séries)
Charge (1RM%)	SA 1: 20% 1RM SA 2: 20-30% 1RM SA 3: 30% 1RM
Pression du garrot (LOP)	80% (continue entre les répétitions)
Type de garrot	PTS-DELFI
Emplacement garrot	Proximal cuisse
Temps d'occlusion	Max. 5 minutes en continu

II. Stratégie de recherche avec l'acronyme PCC

Population	total knee arthroplasty, TKA, replacement, knee prosthesis, TKR
Concept	training, workout, physical activity, physical therapist, physical therapy, physiotherapy strength, rehabilitative, rehabilitation, exercises, protocol, fitness, therapies, strength practice, muscle strength, exercise therapy
Contexte	postoperative, acute, postoperative period, acute rehabilitation, early postoperative, early rehabilitation, early after surgery, early active rehabilitation, early physical therapy, initial rehabilitation, initial physical therapy, primary rehabilitation, postoperative period

III. Tableau exemple pour notre extraction des données

TITRE	
Auteurs	
Date de parution	
Nombre de participants	
Design	
Période	
Age des patients	
Conclusion	
Durée de la période expérimentale	
Ampleur de la charge	
Nombre de répétitions	
Nombre de séries	
Repos entre les séries	
Nombre d'exercices d'intervention	
Distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition	
Repos entre les répétitions	
Temps sous tension	
Échec musculaire volontaire	

Temps de récupération entre les séances d'exercices	
Amplitude du mouvement	
Définition anatomique des exercices	

IV. Code Pubmed

Population

((((((("total knee prosthesis" [Title/Abstract]) OR ("total knee replacement" [Title/Abstract])) OR (TKA [Title/Abstract])) OR (TKR [Title/Abstract])) OR ("knee joint replacement" [Title/Abstract])) OR ("knee replacement" [Title/Abstract])) OR ("replacement knee joint" [Title/Abstract])) OR ("total knee arthroplasty" [Title/Abstract])) OR ("total knee arthroplasties" [Title/Abstract])

Intervention

AND

("exercise program" [Title/Abstract]) OR ("quadriceps exercise*" [Title/Abstract]) OR ("hamstring* exercise*" [Title/Abstract]) OR ("knee extension exercise*" [Title/Abstract]) OR ("knee flexion exercise" [Title/Abstract]) OR ("quadriceps training" [Title/Abstract]) OR ("knee extension training" [Title/Abstract]) OR ("active rehabilitation"[Title/Abstract]) OR ("rehabilitative exercise*" [Title/Abstract]) OR ("active physiotherapy"[Title/Abstract]) OR ("physical therapy" [Title/Abstract]) OR ("physical exercise*" [Title/Abstract]) OR ("physical therapist" [Title/Abstract]) OR (workout[Title/Abstract]) OR ("resistance exercise*" [Title/Abstract]) OR ("resistance training"[Title/Abstract]) OR ("strength training"[Title/Abstract]) OR ("strength exercise*" [Title/Abstract]) OR (training [Title/Abstract]) OR (exercice [Title/Abstract]) OR ("hamstring training"[Title/Abstract])

Time

AND

“acute rehabilitation” OR "early postoperative" OR "early rehabilitation" OR “early after surgery” OR “early active rehabilitation” OR “early physical therapy” OR "initial rehabilitation" OR “initial physical therapy” OR "primary rehabilitation”

V. Code Cochrane

Population

("total knee arthroplasty"):ti OR ("total knee arthroplasties"):ti OR ("total knee prosthesis"):ti OR ("total knee replacement"):ti OR ("knee joint replacement"):ti OR ("knee replacement"):ti OR (TKA):ti OR (TKR):ti

Intervention

AND

("exercise program"):ti OR ("quadriceps exercise"):ti OR ("hamstring exercise"):ti OR ("knee extension exercise"):ti OR ("knee flexion exercise"):ti OR ("quadriceps training"):ti OR ("hamstring training"):ti OR ("knee flexion training"):ti OR ("active rehabilitation"):ti OR ("rehabilitative exercise"):ti OR ("active physiotherapy"):ti OR ("physical therapy"):ti OR ("physical exercise"):ti OR ("physical therapist"):ti OR (workout):ti OR ("resistance exercise"):ti OR ("resistance training"):ti OR ("strength training"):ti OR ("strength exercise"):ti OR (training):ti OR (exercise):ti

Time

AND

"acute rehabilitation" OR "early postoperative" OR "early rehabilitation" OR "early after surgery" OR "early active rehabilitation" OR "early physical therapy" OR "initial rehabilitation" OR "initial physical therapy" OR "primary rehabilitation" OR "postoperative"

VI. Code Embase

Population

'total knee arthroplasty':ti OR 'total knee arthroplasties':ti OR 'total knee prosthesis':ti OR 'total knee replacement':ti OR 'knee joint replacement':ti OR 'knee replacement':ti OR tka:ti OR tkr:ti

Outcomes

AND

'exercise program':ti OR 'quadriceps exercise':ti OR 'hamstring exercise':ti OR 'knee extension exercise':ti OR 'knee flexion exercise':ti OR 'quadriceps training':ti OR 'hamstring training':ti OR 'knee flexion training':ti OR 'active rehabilitation':ti OR 'rehabilitative exercise':ti OR 'active physiotherapy':ti OR 'physical therapy':ti OR 'physical exercise':ti OR 'physical therapist':ti OR workout:ti OR 'resistance exercise':ti

OR 'resistance training':ti OR 'strength training':ti OR 'strength exercise':ti OR training:ti
OR exercise:ti

Time

AND

'acute rehabilitation' OR 'early postoperative' OR 'early rehabilitation' OR 'early after surgery' OR 'early active rehabilitation' OR 'early physical therapy' OR 'initial rehabilitation' OR 'initial physical therapy' OR 'primary rehabilitation' OR 'postoperative`

VII. Tableau récapitulatif de nos études

Pilot study: Post-operative rehabilitation pathway changes and implementation of functional closed kinetic chain exercise in total hip and total knee replacement patient	
Auteurs	C. Abbas et J. Daher
Date de parution	2017
Nombre de participants	695
Design	Étude pilote
Période	J1 post-OP - « Day of discharge »
Age des patients	-
Conclusion	Les exercices en chaîne fermée (CKC) sont tolérés pour la phase aiguë et diminuent le temps d'hospitalisation

Early High-Intensity Versus Low-Intensity Rehabilitation after Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Tria	
Auteurs	M. Bade ; T. Struessel et al.
Date de parution	2017
Nombre de participants	162 randomisés dans le groupe réhabilitation haute intensité (HI) ou faible intensité (LI)

Design	Étude randomisée contrôlée (RCT)
Période	J4.2 ± 1.2 - S11 post-OP
Age des patients	63 ± 7
Conclusion	En conclusion, l'intervention HI est sûre, mais elle n'a pas conduit à des résultats supérieurs à ceux de l'intervention LI. L'efficacité de l'intervention de l'IH peut avoir été limitée par l'inhibition arthrogénique

Knee Pain during Strength Training Shortly following Fast-Track Total Knee Arthroplasty: A Cross-Sectional Study

Auteurs	T. Bandholm et al.
Date de parution	2014
Nombre de participants	17
Design	Cross-sectional study
Période	Opération - S3 post-OP
Age des patients	-
Conclusion	8-RM est plus douloureux que 20-RM

Effects of pre- or postoperative therapeutic exercise on the quality of life, before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis

Auteurs	G. Evgeniadis et al.
Date de parution	2008
Nombre de participants	53
Design	-
Période	« Hospital discharge » - S8 “after hospital discharge”

Age des patients	68.76 $\pm$ 5.64
Conclusion	Une intervention post-opératoire d'exercices de renforcement spécifique est efficace pour augmenter l'amplitude active des mouvements et restaurer rapidement l'autonomie fonctionnelle tout au long de la phase intermédiaire de rééducation ambulatoire

Early Rehabilitation After Total Knee Replacement Surgery: A Multicenter, Noninferiority, Randomized Clinical Trial Comparing a Home Exercise Program With Usual Outpatient Care

Auteurs	A.S.Y. Han et al
Date de parution	2015
Nombre de participants	Centre réhabilitation = 196 Programme à domicile (HEP) = 194
Design	RCT
Période	« Hospital discharge » – S6 “after hospital discharge”
Age des patients	45-75
Conclusion	Le HEP n'était pas inférieur aux soins habituels en tant que protocole de rééducation précoce après une PTG primaire

Effects of Group-Based Exercise on Range of Motion, Muscle Strength, Functional Ability, and Pain During the Acute Phase After Total Knee Arthroplasty: A Controlled Clinical Trial

Auteurs	Y. Hiyama et al.
Date de parution	2016
Nombre de participants	Groupe expérimental : 231 Groupe contrôle : 206

Design	Prospective observational study including a historical control group.
Période	J2 post-OP – “day before discharge”
Age des patients	-
Conclusion	Les patients qui ont effectué les exercices en groupe en plus des exercices réguliers d'ambulation et d'activités de la vie quotidienne ont montré des changements plus importants dans la ROM du genou, la force du quadriceps et la douleur du genou que ceux qui ont effectué les exercices individuels en plus des exercices réguliers d'ambulation et d'AVQ. La conception non randomisée et asynchrone diminue la certitude de ces résultats

Randomized controlled trial of maximal strength training vs. standard rehabilitation following total knee arthroplasty

Auteurs	V. S. Husby
Date de parution	2018
Nombre de participants	41
Design	RCT
Période	J8 – S9 post-OP
Age des patients	< 75 ans
Conclusion	Douleur : par rapport aux valeurs pré-opératoires, la douleur globale rapportée par l'activité enregistrée à tous les points de suivi était de 68,0 % dans le groupe entraînement de force maximale (MST) et de 47,8 % dans le groupe sr. La différence entre les deux groupes n'était pas statistiquement significative (p=0,204).

	Les participants soumis à un MST ont connu une augmentation supérieure de la force musculaire de la leg presse et de l'extension du genou par rapport à ceux qui ont suivi une rééducation standard, de 7 jours à 10 semaines. Aucune différence dans la performance fonctionnelle n'a été constatée à aucun moment
--	---

Low-Load Unilateral and Bilateral Resistance Training to Restore Lower Limb Function in the Early Rehabilitation After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Active-Controlled Clinical Trial

Auteurs	R. Jacksteit et al.
Date de parution	2021
Nombre de participants	85-assignés à 3 groupes différents
Design	RCT
Période	J2 - J9 Post-OP
Age des patients	50 – 80
Conclusion	Au post-test, des effets importants ont été trouvés pour la réduction de la douleur au genou (-52.1%). L'entraînement de résistance avec une faible charge supplémentaire de la jambe non affectée (Camoped bilatéral) semble être plus efficace pour la récupération de la fonction que l'entraînement de la jambe affectée seulement (Camoped unilatéral), ce qui peut être médié par des effets de transfert positifs du membre non affecté au membre affecté (éducation croisée) et/ou une fonction neuromusculaire préservée de la jambe non affectée entraînée

Progressive strength training (10 RM) commenced immediately after fast-track total knee arthroplasty: is it feasible?

Auteurs	T. L. Jakobsen et al.
Date de parution	2012
Nombre de participants	14
Design	Étude pilote
Période	J1 ou 2 – S2 post-OP
Age des patients	Moyenne: 70
Conclusion	En moyenne, les patients ont ressenti une douleur légère à modérée (Échelle Visuelle Analogique (EVA) = 3,1 Standard Deviation (SD) 2,1-5,4 SD 3,1) pendant les exercices de musculation. Au cours des six séances d'entraînement la douleur au genou est restée inchangée pour la leg presse ($p < 0,20$), mais a diminué pour l'extension du genou ($p < 0,03$). L'entraînement progressif de la force commence 1 ou 2 jours après l'ATG semble faisable et augmente la force d'extension du genou et la performance fonctionnelles sans augmenter l'épanchement ou la douleur. Les résultats encourageants de cette étude pilote appellent à une étude plus approfondie de l'efficacité de l'entraînement musculaire progressif précoce à plus grande échelle

Early Progressive Strength Training to Enhance Recovery After Fast-Track Total Knee Arthroplasty: A Randomized Controlled Trial

Auteurs	Jakobsen et al.
Date de parution	2014
Nombre de participants	Initialement 82 : 42 Progressive Training Strength (PST) et 40 Contrôle (CON) Finalement : 35 PST et 37 CON

Design	RCT
Période	S1 - S8 post-OP
Age des patients	PST : 66 (56–73) CON : 63 (57-68)
Conclusion	Sept semaines de rééducation physique supervisée avec PST n'étaient pas supérieures à sept semaines de rééducation physique supervisée sans PST

Early Strength Response of the Knee Extensors During Eight Weeks of Resistive Training After Unilateral Total Knee Arthroplasty

Auteurs	Rossi et al.
Date de parution	2005
Nombre de participants	19 hommes, 19 femmes
Design	-
Période	J10 “after hospital discharge” – S8 “after hospital discharge”
Age des patients	72.23 +/- 5.34
Conclusion	Malheureusement, les données sont limitées sur la réponse précoce des extenseurs du genou après une PTG unilatérale

The effects of exercise and active assisted cycle ergometry in post-operative total knee arthroplasty patients - a randomized controlled trial

Auteurs	Sanzo et al.
Date de parution	2021
Nombre de participants	55
Design	RCT

Période	J2 - S7 Post-op
Age des patients	63.9 ans Groupe contrôle 63.5 ans (de 55 à 80 ans)
Conclusion	Bien qu'il n'y ait pas eu de différence statistiquement significative entre le groupe de soins standard et le groupe Active Assisted Cycle Ergometry (AACE), il y a eu une tendance à une plus grande réduction de la douleur au genou sur l'échelle visuelle analogique, une amélioration des scores de l'échelle fonctionnelle des membres inférieurs, ainsi que de la ROM et de la force d'extension du genou. Il n'y a pas eu d'amélioration statistiquement significative de la force des fléchisseurs ou des extenseurs du genou, mais la tendance était à des sorties de force plus importantes dans le groupe AACE

Comparison of functional training and strength training in improving knee extension lag after first four weeks of total knee replacement

Auteurs	Shabbir et al.
Date de parution	2017
Nombre de participants	Groupe expérimental = 31 Groupe contrôle = 33
Design	RCT
Période	S1 – S4 post-OP
Age des patients	60 (10), 71 (12)
Conclusion	L'entraînement musculaire et l'entraînement fonctionnel se sont avérés aussi efficaces l'un que l'autre pour améliorer l'extension du genou, mais les exercices d'entraînement fonctionnel ont entraîné une réduction

significative de la douleur postopératoire du genou par rapport à l'entraînement musculaire

Effects of Early Combined Eccentric-Concentric Versus Concentric Resistance Training Following Total Knee Arthroplasty

Auteurs	Suh et al.
Date de parution	2017
Nombre de participants	34 : Eccentric-Concentric (ECC-CON) group (n=16) et Concentric (CON) group (n=18).
Design	-
Période	S2
Age des patients	71.0 +/- 6.1
Conclusion	En conclusion, cette étude a démontré que l'entraînement de résistance combinée précoce ECC-CON était plus efficace pour minimiser la perte de force du quadriceps dans le genou chirurgical que l'entraînement de résistance concentrique seul. De plus, une analyse au sein d'un même groupe a indiqué que l'entraînement ECC-CON améliorait l'endurance et la vitesse de marche après une PTG dans une plus large mesure que l'entraînement concentrique seul. Cette étude suggère que l'exercice de résistance progressive via un ergomètre excentrique couché pourrait être une stratégie de rééducation précoce après une PTG

Does eccentric-concentric resistance training improve early functional outcomes compared to concentric resistance training after total knee arthroplasty?

Auteurs	Teissier et al.
---------	-----------------

Date de parution	2020
Nombre de participants	20
Design	Prospective study
Période	J11 +/- 2
Age des patients	72.1 +/- 6.3
Conclusion	Une rééducation combinée excentrique-concentrique précoce après une PTG semble être associée à une amélioration des résultats par rapport aux protocoles de rééducation concentrique classique, tant sur la fonction physique que sur la qualité de vie

(24) Pain and load progression following an early maximal strength training program in total hip- and knee arthroplasty patients

Auteurs	Winther et al.
Date de parution	2020
Nombre de participants	16 PTG
Design	Explorative study
Période	J8 - S9
Age des patients	62 (52–72)
Conclusion	Cette étude démontre que les patients PTG ressentent plus de douleur que les patients prothèse totale de hanche (PTH) pendant l'entraînement suivant un programme de MST initié tôt après la chirurgie, mais pas plus que des niveaux modérés pendant ou après l'entraînement

Association Between Exercise Therapy Dose and Functional Improvements in the Early Postoperative Phase After Hip and Knee Arthroplasty: An Observational Study

Auteurs	Zech et al.
Date de parution	2015
Nombre de participants	65
Design	Observational Study
Période	J12 - J22 post-OP
Age des patients	66.6 +/- 7.6
Conclusion	Les résultats montrent une faible relation dose-réponse entre la thérapie d'exercices post-opératoire précoce et les améliorations de la fonction ou de la ROM après une PTH et une PTG. Bien que les résultats soulèvent des questions sur l'efficacité des programmes de rééducation existants, la petite taille de l'échantillon, le contexte unique et les différences géographiques dans les normes de traitement postopératoire limitent la généralisation des résultats

VIII. Type d'exercices

Semaine 1		
Études	Population	Exercices de flexion
Abbas_et_al._2017	695	Flexion hanche / genou Mini squats
Bade_et_al._2017	162	Glissement de talon / gluteus sets / mini-squats
Hiyama_et_al._2016	437	Glissement talon active assisté
Jacksteit_et_al._2021	85	Unilateral CAMOped membre opéré : extension (0°) à flexion maximale tolérée
Sanzo_et_al._2021	55	Ergométrie vélo actif assisté
Shabbir_et_al._2017	64	Squats / fentes / marches en haut et en bas
Zech_et_al._2015	65	Flexion genou

Semaine 1		
Études	Population	Exercices d'extension
Abbas_et_al._2017	695	Extension genou en chaine fermée / flexion plantaire bilatérale / remontées partielles/complètes
Bade_et_al._2017	162	Quad sets : contraction isométrique quadriceps à la limite extension / pompe cheville
Bandholm_et_al._2014	17	Extension genou à 50° + machine
Hiyama_et_al._2016	437	pompes cheville / rotations hanche sans charge
Jakobsen_et_al._2012	14	Leg press / extension du genou
Jakobsen_et_al._2014	72	Leg press / extension du genou
Zech_et_al._2015	65	Leg press / extension du genou

Semaine 2 – semaine 4		
Études	Population	Exercices de flexion
Bade_et_al._2017	162	Mini-squats
Evgeniadis_et_al._2008	53	<i>TheraBand</i> assis fléchisseurs fémoraux
Han_et_al._2015	390	6 exercices assis
Jacksteit_et_al._2021	85	CAMOped
Rossi_et_al._2005	38	Flexion genou
Sanzo_et_al._2021	55	Ergométrie vélo actif assisté
Shabbir_et_al._2017	64	Squats / fentes / montée et descente de marche
Teissier_et_al._2020	20	Leg press excentrique / flexion excentrique ischio-jambiers / leg curls assis / poulie
Winther_et_al._2020	16	Leg press excentrique
Zech_et_al._2015	65	Flexion du genou

Semaine 2 – semaine 4		
Études	Population	Exercices d'extension
Bade_et_al._2017	162	Quadriceps / lever jambes / flexion des ischio-jambiers debout / changements de poids debout
Bandholm_et_al._2014	17	Extension genou à 50° + machine
Han_et_al._2015	390	6 exercices assis
Husby_et_al._2018	41	Leg press / extension du genou
Jakobsen_et_al._2012	14	Leg press / extension du genou
Jakobsen_et_al._2014	72	Leg press / extension du genou
Rossi_et_al._2005	38	Leg press / extension du genou
Zech_et_al._2015	65	Leg press / extension du genou / extension du dos

Semaine 5 – semaine 6		
Études	Population	Exercices de flexion
Bade_et_al._2017	162	Flexion ischio-jambiers <i>TheraBand</i>
Evgeniadis_et_al._2008	53	<i>TheraBand</i> position assise pour fléchisseurs fémoraux
Han_et_al._2015	390	6 exercices assis
Sanzo_et_al._2021	55	Ergométrie vélo actif assisté
Teissier_et_al._2020	20	Leg press: flexion du quadriceps excentrique / leg curls : flexions excentriques ischio-jambiers assis / poulie
Winther_et_al._2020	16	Leg press : position tendue > flexion 90° / extension genou : flexion 90° > position tendue

Semaine 5 – semaine 6		
Études	Population	Exercices d'extension
Bade_et_al._2017	162	Marche / TKE (extensions terminales des genoux) en chaîne fermée / assis-debout / élévations bilatérales mollets
Han_et_al._2015	390	6 exercices assis
Husby_et_al._2018	41	Leg press / extension du genou
Jakobsen_et_al._2014	72	Leg press / extension du genou

IX. Échelle CONTENT

	CONTENT SCALE									Results	
	Patient eligibility		Competences and setting	Rationale		Content			Adherence		
	Was the patient selection described?	Was the patient selection adequate?	Were eligibility criteria for therapist and setting determined and adequate?	Was the therapeutic exercise based on a priori aims and intentions?	Was the rationale for the content and intensity of the therapeutic exercise described and plausible?	Intensity of therapeutic exercise described?	Exercise monitored (surveillance) and adjusted when considered necessary?	Was the exercise personalised and contextualised to the individual participants?	Was adherence to the therapeutic exercise determined and acceptable?	Score sur un total de 9	Score en pourcentage
Abbas_et_al._2017	non	oui	oui	oui	non	non	non	non	oui	4	44
Bade_et_al._2017	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	7	78
Bandholm_et_al._2014	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	non	6	67
Evgeniadis_et_al._2008	oui	oui	oui	oui	non	oui	non	non	non	5	56
Han_et_al._2015	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	oui	5	56
Hiyama_et_al._2016	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	non	6	67
Husby_et_al._2018	non	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	6	67
Jacksteit_et_al._2021	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	non	6	67
Jakobsen_et_al._2012	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	7	78
Jakobsen_et_al._2014	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui	non	non	6	67
Rossi_et_al._2005	oui	oui	oui	oui	non	oui	non	non	non	5	56
Sanzo_et_al._2021	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	4	44
Shabbir_et_al._2017	oui	oui	oui	oui	non	non	non	non	non	4	44
Suh_et_al._2017	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	oui	8	89
Teissier_et_al._2020	oui	oui	oui	oui	non	oui	non	non	non	5	56
W-Winther_et_al._2020	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non	non	oui	7	78
Zech_et_al._2017	oui	oui	oui	oui	non	oui	oui	oui	oui	8	89

X. Protocole Curdy et Huwiler

Paramètres	Valeurs
Durée de la période expérimentale	De J5 à J30 = 3 semaines
Définition anatomique des exercices	Leg press Leg curls
Amplitude du mouvement	Flexion maximale -> flexion de 40°
Nombre d'exercices d'intervention	2
Ampleur de la charge	S1 : 20% 1-RM S2 : 20-30 % 1-RM S3 : 30% 1-RM
Nombre de répétitions	30x15x15
Nombre de séries	3
Repos entre les séries	30 secondes
Repos entre les répétitions	0 secondes
Distribution fractionnelle et temporelle des modes de contraction par répétition et durée d'une répétition	Concentrique: 2 secondes Excentrique: 2 secondes
Temps sous tension	5 minutes
Échec musculaire volontaire	-
Temps de récupération entre les séances d'exercices	4 x / semaine
Pression du garrot	80%
Type de garrot	PTS-Delfi
Largeur	11,5 cm
Lien du garrot	Proximal de la cuisse
Temps occlusion	5 minutes en continu