



Rééducation après chirurgie de la coiffe des rotateurs: développements et recommandations

Rev Med Suisse 2013; 9: 2376-9

N. Holzer
G. Cunningham
V. Duthon
V. Graf
J.-L. Ziltener
P. Hoffmeyer

Rehabilitation post rotator cuff repair: developments and recommendations

Rehabilitation post surgical repair of the rotator cuff is an important determinant of the quality of the healing process, and of the clinical and functional results. Techniques used have been reported to favor certain of those parameters at the expense of others. Several approaches have been proposed; none has reached a consensus yet. The level of evidence in the literature does not allow for definitive recommendations and elaborating a protocol relies on clinical experience as well as expert opinion, incorporating scientific data. An initial period of rest with limited passive motion emerges though as an approach suited to the treatment of most clinical situations.

La rééducation après réparation chirurgicale de la coiffe des rotateurs de l'épaule influence de manière importante la qualité du processus de guérison tendineuse ainsi que les résultats cliniques et fonctionnels. Une évolution favorisant certains de ces paramètres aux dépens des autres est cependant rapportée en fonction des techniques utilisées. Plusieurs approches sont proposées, aucune ne fait néanmoins l'objet d'un consensus. Le niveau d'évidence de la littérature ne permet pas à ce jour d'émettre de recommandations définitives et la mise au point d'un protocole de rééducation se base donc sur l'expérience clinique et des avis d'experts, incorporant de plus des données scientifiques. Une période de repos initiale avec mobilisation passive limitée apparaît cependant comme une approche adaptée à la plupart des situations cliniques.

INTRODUCTION

Plus d'un siècle après les premières descriptions de prise en charge chirurgicale des ruptures de la coiffe des rotateurs de l'épaule,^{1,2} les approches et techniques de rééducation postopératoire restent débattues.³

Dans l'intervalle, les techniques de prise en charge chirurgicale se sont diversifiées; elles comprennent les approches ouvertes, *mini-open* et arthroscopiques. Leurs résultats rapportés

entre des mains expérimentées sont bons et sensiblement similaires.⁴⁻⁶ Ces derniers sont déterminés sur la base de critères anatomiques (obtention d'une cicatrisation complète du tendon sur sa zone d'insertion), cliniques (intensité des douleurs résiduelles, mobilité et force) ainsi qu'à l'aide de scores fonctionnels et de satisfaction. Leur analyse révèle en particulier l'impact négatif des défauts de cicatrisation ainsi que de l'enraidissement de l'articulation sur les résultats finaux du traitement.^{7,8} Il est généralement reconnu que la rééducation est un déterminant clé de ces processus.

De multiples protocoles et techniques de rééducation ont été proposés, comprenant la mobilisation passive continue, la mobilisation postopératoire immédiate et la rééducation en piscine. Le faible nombre d'études de haut niveau d'évidence retrouvées dans la littérature ne permet néanmoins pas à ce jour d'émettre de recommandations définitives en faveur d'une approche par rapport à une autre.^{9,10} Deux études randomisées récentes, comparant mobilisations postopératoires immédiate et retardée ont de plus abouti à des conclusions divergentes.^{11,12}

Dans ce contexte, la définition de protocoles de rééducation permettant de créer un environnement sécurisé, propice à la guérison tendineuse tout en préservant la mobilité articulaire, se base sur les connaissances fondamentales du processus de cicatrisation tendineuse et des facteurs qui l'influencent, autant que sur l'expérience clinique et les avis d'experts. Elle doit prendre en compte les données cliniques parfois divergentes concernant l'influence des caractéristiques de la lésion (taille, nombre de tendons impliqués, état de la musculature), du patient (âge, activités, comorbidités) et de la réparation chirurgicale et des gestes



associés. Cet article propose une revue de la littérature concernant ces facteurs ainsi qu'une présentation de l'approche retenue aux Hôpitaux universitaires de Genève (HUG).

CICATRISATION TENDINEUSE

La cicatrisation de la coiffe des rotateurs est divisée en trois phases par analogie avec le processus de cicatrisation cutanée (tableau I).¹³⁻¹⁵ La durée de chaque phase en situation clinique est extrapolée à partir de modèles animaux de différentes tailles sans lésion dégénérative de la coiffe.¹⁶ La première phase, dite inflammatoire, est médiée par l'afflux de leucocytes et thrombocytes dans le site opératoire. Elle aboutit à la formation d'un caillot fibrineux de faible résistance mécanique. La phase proliférative débute entre la première et la deuxième semaines postopératoires. Elle est marquée par la migration de fibroblastes et myofibroblastes au sein du tissu cicatriciel en formation, accompagnée d'une synthèse de collagène de type III renforçant graduellement ses propriétés mécaniques. La phase de remodelage commence vers la quatrième semaine. Le collagène de type III est progressivement remplacé par du collagène de type I générant une cicatrice fibreuse dense.

L'étude de l'évolution des propriétés mécaniques du tendon supra-épineux, lors du processus de guérison dans un modèle animal de taille moyenne, met en évidence une résistance maximale à la traction à six semaines, trois mois et six mois de 30, 50 et 80%, respectivement, par rapport à un tendon non lésé.¹⁷ Dans cette étude, la rupture récidivante a été définie macroscopiquement comme une rétraction tendineuse supérieure à 15 mm. Elle a toujours été comblée par un tissu cicatriciel entre le moignon tendineux et l'os, et a été appelée *failure in continuity*. A noter que la résistance mécanique de ces *failures in continuity* était comparable à celle des tendons guéris.

L'analyse histologique des modèles animaux montre par ailleurs que le processus cicatriciel n'aboutit pas à une régénération complète de l'insertion tendineuse, mais à la formation d'une cicatrice fibreuse interposée entre le tendon et l'os de tenue mécanique moindre comparée à un tendon non lésé.^{15,17,18}

L'analyse des propriétés histologiques des réparations tendineuses dans un modèle de rat a mis en évidence une orientation des fibres de collagène ainsi qu'une expression génique et des propriétés visco-élastiques plus proches d'un tendon intègre en cas d'immobilisation.¹⁹ Néanmoins, l'analyse de la résistance mécanique après mobilisation précoce

(trois jours et trois semaines) dans deux autres études n'a pas révélé de différences significatives comparée à une immobilisation initiale.^{20,21}

RUPTURES RÉCIDIVANTES

Le taux de ruptures récidivantes après réinsertion de la coiffe des rotateurs chez l'humain, en fonction de la taille de la lésion, est rapporté entre 7 et 17% pour les lésions inférieures à 1 cm et entre 41 et 69% pour les lésions supérieures à 5 cm, dans une méta-analyse récente.²² Le diagnostic est établi au moyen de plusieurs modalités d'imagerie (ultrason, résonance magnétique et tomographie avec ou sans arthrographie) de sensibilité et spécificité variables, pouvant ainsi affecter l'interprétation des résultats.²³

L'étude du décours temporel des ruptures récidivantes met en évidence une période critique allant de la sixième semaine au sixième mois, pendant laquelle la majorité des récidives ont lieu, dans deux études distinctes comprenant une immobilisation postopératoire de quatre semaines pour l'une et une mobilisation passive immédiate pour l'autre.^{24,25} De plus, une de ces équipes rapporte une rétraction moyenne des tendons réparés en situation clinique de 16 mm, suivie au moyen de marqueurs radio-opaques. Dans tous les cas analysés, la formation d'une cicatrice fibreuse interposée a été observée, appelée *failure with continuity*, en l'absence de récidive de lésion transfixiante, analogue à la description citée précédemment.¹⁷ L'importance de la rétraction mesurée au moyen des marqueurs durant les six premières semaines était un facteur prédictif de récidive dans ce travail.

Il faut noter que la récidive partielle (rupture transfixiante plus petite qu'initialement) ou totale est associée à une différence significative en termes de force ainsi que de score de Constant global, sans répercussion sur ses composantes d'activité et de mobilité ni sur le score de satisfaction des patients.⁷

RAIDEUR ARTICULAIRE

La raideur articulaire représente une complication post-chirurgicale fréquente associée à une péjoration des résultats fonctionnels.⁸ Il est fréquemment admis que sa prévention nécessite une mobilisation articulaire aussi rapide que possible. Néanmoins, une augmentation du taux de raideurs articulaires après mobilisation précoce a été rapportée dans un modèle animal,²⁰ bien que les protocoles de mobilisation passive, dérivés des sutures de tendons fléchisseurs de la main appliqués à l'épaule dans cette étude soient discutables (600 cycles d'abduction à une fréquence d'un Hz et 300 cycles à 0,5 Hz).

Plusieurs facteurs de risque de raideur ont été identifiés.^{8,26} Une revue de la littérature révèle une incidence de 10% de raideurs transitoires et 3,3% de raideurs nécessitant une prise en charge chirurgicale; parmi celles-ci, on distingue 1,5% de raideur en cas de mobilisation précoce et 4,5% en cas d'immobilisation pour six semaines.²⁶ Les auteurs présentent par ailleurs un taux de raideurs de 0% après introduction d'un protocole modifié en fonction de l'identification de facteurs de risque. Une évolution favorable à long terme après raideur transitoire avec égalisation des ampli-

Tableau I. Phases de guérison tendineuse

Phases	Tissus/ultrastructures
I Inflammatoire (environ J0-J14)	Caillot de fibrine, leucocytes, lymphocytes, macrophages
II Proliférative (environ semaine 2-4)	Tissus de granulation, collagène type III, fibroblastes, myofibroblastes
III Remodelage (environ semaine 4-26)	Tissus cicatriciels, collagène type I



tudes articulaires à un an, en l'absence de traitement, a également été rapportée.²⁷

MOBILISATION PASSIVE

Deux études randomisées, comparant des protocoles d'immobilisation versus mobilisation précoce, ont récemment été publiées.^{11,12} Arndt et coll. ont investigué une cohorte de 100 patients de 55 ans en moyenne, rééduqués soit par immobilisation stricte pendant six semaines, soit par mobilisation passive (pendulaire, mobilisation manuelle et passive continue) trois à cinq fois par semaine. Ils rapportent une amélioration significative des amplitudes passives et des scores fonctionnels en cas de mobilisation immédiate, associée néanmoins à une tendance augmentée, mais non significative, de récurrences de rupture diagnostiquées par arthro-scanner (76,7% versus 84,6%). Cuff et coll. présentent l'étude d'une cohorte de 68 patients, avec une moyenne d'âge de 63,5 ans, rééduqués soit par mouvements pendulaires seuls pendant six semaines, soit par mouvements pendulaires associés à une mobilisation passive. Ils rapportent des résultats identiques en termes de mobilité, de scores fonctionnels et de satisfaction, associés à une tendance non significative à un meilleur taux de guérison en cas d'immobilisation (91% versus 85%).

Depuis la description d'effets favorisant les processus cicatriciels, la mobilisation passive continue au moyen d'une machine motorisée (arthro-moteur) a été utilisée pour la rééducation de plusieurs articulations.²⁸ Il a récemment été décrit que son utilisation ne pouvait pas être recommandée sur la base des évidences de la littérature à disposition.⁹ Une étude prospective randomisée subséquente a mis en évidence une amélioration significative transitoire des amplitudes à court terme, s'égalisant au contrôle à un an.¹⁰

PROTOCOLES DE RÉÉDUCATION

Il est fréquemment admis que la rééducation postopératoire est divisée en quatre phases.^{16,29,30} La première phase va du postopératoire immédiat à la sixième semaine. Elle a pour objectif de protéger la réparation tendineuse tout en minimisant la formation d'adhérences et consiste en une immobilisation possiblement associée à une mobilisation passive contrôlée. La deuxième phase se déroule de la sixième semaine au troisième mois et a pour but une récupération complète des amplitudes articulaires tout en réintroduisant une mobilisation active sans résistance, visant ainsi à récupérer l'ensemble des amplitudes actives et à rétablir la dynamique scapulo-thoracique correcte par renforcement des muscles stabilisateurs de l'omoplate. La troisième phase commence au troisième mois et s'étend jusqu'au quatrième mois. Elle consiste en une tonification musculaire progressive des muscles de la coiffe, permettant de reprendre les activités de la vie quotidienne. Elle peut se poursuivre si nécessaire après le quatrième mois par un programme de renforcement avancé constituant la quatrième phase dans le but d'amener le patient à la reprise d'une activité professionnelle physique et/ou de ses activités sportives au sixième mois.

Les lignes directrices du protocole de rééducation des

Tableau 2. Phases de rééducation: lignes directrices

*PCA: analgésie contrôlée par le patient.

Phase I (environ semaine 0 à 6)	Phase II (environ semaine 6 à 3 mois)
<p><i>Mobilisation «passive»</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Antalgie: pompe PCA* (48 heures), opiacés forts (48 heures) puis faibles, puis en réserve • cryothérapie, paracétamol, pas d'anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) • Exercices: mouvements pendulaires (auto-mobilisation), mobilisation coude-poignet (auto-mobilisation), mobilisation dans plan de l'omoplate, élévation antérieure passive, pas de rotation externe > 0° si réparation souscapulaire • Objectifs: indolence, élévation antérieure passive 120° 	<p><i>Mobilisation active protégée</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exercices: mouvements actifs sans résistance (hormis gravité), en élévations, rotations, étirements, mobilisation en piscine, renforcement des stabilisateurs de l'omoplate • Objectifs: récupération complète (symétrique) des amplitudes articulaires actives
Phase III (environ 3 à 4 mois)	Phase IV (environ 4 à 6 mois)
<p><i>Tonification musculaire</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exercices: mouvements actifs avec résistance progressive, haltères 1-3 kg, Théraband, natation brasse) • Objectifs: reprise des activités de la vie quotidienne 	<p><i>Rééducation avancée</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Exercices: selon activité physique cible • Objectifs: reprise d'une activité professionnelle physique, reprise progressive des activités sportives

HUG sont décrites dans le **tableau 2**. Il est cependant adapté individuellement selon les caractéristiques pré et peropératoires de chaque patient. La progression entre les phases a lieu après validation de l'atteinte des objectifs de la phase précédente par les équipes chirurgicales et/ou de rééducation et nécessite une étroite collaboration entre ces dernières.

En cas de lésion à composante principalement traumatique et en présence de structures musculo-tendineuses préservées, un protocole intrahospitalier intensif privilégiant une mobilisation précoce est en cours d'investigations. ■

Remerciements

Nous remercions M^{me} S. Bassetto, M. M. Brath, M. J.-P. Gallice et M^{me} P. Sclison, physiothérapeutes du Service de chirurgie orthopédique et traumatologie de l'appareil moteur ainsi que de l'Unité de médecine physique et réadaptation orthopédique, pour la mise au point des protocoles de rééducation.

Les auteurs n'ont déclaré aucun conflit d'intérêts en relation avec cet article.

Adresse

Drs Nicolas Holzer, Gregory Cunningham, Victoria Duthon, Véronique Graf et Jean-Luc Ziltener
 Pr Pierre Hoffmeyer
 Service de chirurgie orthopédique et traumatologie de l'appareil moteur
 Département de chirurgie
 Unité de médecine physique et réadaptation orthopédique (VG et JLZ)
 HUG, 1211 Genève 14
 nicolas.holzer@hcuge.ch
 gregory.cunningham@hcuge.ch
 victoria.duthon@hcuge.ch
 veronique.graf@hcuge.ch
 jean-luc.ziltener@hcuge.ch
 pierre.hoffmeyer@hcuge.ch



Implications pratiques

- > Les résultats cliniques et fonctionnels après réinsertion chirurgicale de la coiffe des rotateurs dépendent de la formation d'une cicatrice fibreuse de bonne qualité
- > Une rééducation postopératoire prudente pendant les six premières semaines (phase I), comprenant une période initiale d'immobilisation accompagnée d'une mobilisation passive limitée, peut être recommandée dans ce but pour la prise en charge de la plupart des patients
- > La majorité des ruptures récidivantes ayant lieu entre six semaines et six mois postopératoires, l'importance d'une progression échelonnée de la reprise des mouvements actifs (phases II à IV) doit être discutée avec le patient et clairement établie dans le protocole de rééducation
- > La mobilisation passive continue au moyen d'un arthro-moteur ne paraît pas apporter de bénéfice à long terme.
- > De plus amples investigations sont nécessaires pour justifier une mobilisation précoce plus intensive et identifier une population cible

Bibliographie

- 1 * Codman EA. Complete rupture of the supraspinatus tendons. Operative treatment with report of two successful cases. *Boston Med Surg J* 1911;164:708-10. Reprinted in: *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20:347-9.
- 2 ** Burkhead WZ. A history of the rotator cuff before Codman. *J Shoulder Elbow Surg* 2011;20:358-62.
- 3 * Brophy RH. Is it a sprint or a marathon? When is the arthroscopic rotator cuff repair at risk to lose the race for healing? Commentary on an article by Joseph P. Iannotti, et al.: Time to failure after rotator cuff repair. A prospective imaging study. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:e791-2.
- 4 Sauerbrey AM, Getz CL, Piancastelli M, et al. Arthroscopic versus mini-open rotator cuff repair: A comparison of clinical outcome. *Arthroscopy* 2005;21:1415-20.
- 5 Liem D, Bartl C, Lichtenberg S, Magosch P, Habermeyer P. Clinical outcome and tendon integrity of arthroscopic versus mini-open supraspinatus tendon repair: A magnetic resonance imaging-controlled matched-pair analysis. *Arthroscopy* 2007;23:514-21.
- 6 Ide J, Maeda S, Takagi K. A comparison of arthroscopic and open rotator cuff repair. *Arthroscopy* 2005;21:1090-8.
- 7 Boileau P, Brassart N, Watkinson DJ, et al. Arthroscopic repair of full-thickness tears of the supraspinatus: Does the tendon really heal? *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:1229-40.
- 8 Chung SW, Huang CB, Kim SH, Oh JH. Shoulder stiffness after rotator cuff repair: Risk factors and influence on outcome. *Arthroscopy* 2013;29:290-300.
- 9 Baumgarten KM, Vidal AF, Wright RW. Rotator cuff repair rehabilitation: A level I and II systematic review. *Sports Health* 2009;1:125-30.
- 10 Garofalo R, Conti M, Notarnicola A, et al. Effects of one-month continuous passive motion after arthroscopic rotator cuff repair: Results at 1-year follow-up of a prospective randomized study. *Musculoskelet Surg* 2010;94(Suppl. 1):S79-83.
- 11 Arndt J, Clavert P, Mielcarek P, et al. Immediate passive motion versus immobilization after endoscopic supraspinatus tendon repair: A prospective randomized study. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98:S131-8.
- 12 Cuff DJ, Pupello DR. Prospective randomized study of arthroscopic rotator cuff repair using an early versus delayed postoperative physical therapy protocol. *J Shoulder Elbow Surg* 2012;21:1450-5.
- 13 Carpenter JE, Thomopoulos S, Flanagan CL, DeBano CM, Soslowky LJ. Rotator cuff defect healing: A biomechanical and histologic analysis in an animal model. *J Shoulder Elbow Surg* 1998;7:599-605.
- 14 Galatz LM, Sandell LJ, Rothermich SY, et al. Characteristics of the rat supraspinatus tendon during tendon-to-bone healing after acute injury. *J Orthop Res* 2006;24: 541-50.
- 15 Gulotta LV, Rodeo SA. Growth factors for rotator cuff repair. *Clin Sports Med* 2009;28:13-23.
- 16 Conti M, Garofalo R, Delle Rose G, et al. Post-operative rehabilitation after surgical repair of the rotator cuff. *Chir Organi Mov* 2009;93(Suppl. 1):S55-63.
- 17 * Gerber C, Schneeberger AG, Perren SM, Nyffeler RW. Experimental rotator cuff repair. A preliminary study. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81:1281-90.
- 18 Benjamin M, Ralphs JR. Fibrocartilage in tendons and ligaments – an adaptation to compressive load. *J Anat* 1998;193(Pt 4):481-94.
- 19 Thomopoulos S, Williams GR, Soslowky LJ. Tendon to bone healing: Differences in biomechanical, structural, and compositional properties due to a range of activity levels. *J Biomech Eng* 2003;125:106-13.
- 20 Peltz CD, Dourte LM, Kuntz AF, et al. The effect of postoperative passive motion on rotator cuff healing in a rat model. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91:2421-9.
- 21 Zhang S, Li H, Tao H, et al. Delayed early passive motion is harmless to shoulder rotator cuff healing in a rabbit model. *Am J Sports Med* 2013;41:1885-92.
- 22 Duquin TR, Buyea C, Bisson LJ. Which method of rotator cuff repair leads to the highest rate of structural healing? A systematic review. *Am J Sports Med* 2010; 38:835-41.
- 23 Anderson MW, Brennan C, Mittal A. Imaging evaluation of the rotator cuff. *Clin Sports Med* 2012;31: 605-31.
- 24 Miller BS, Downie BK, Kohen RB, et al. When do rotator cuff repairs fail? Serial ultrasound examination after arthroscopic repair of large and massive rotator cuff tears. *Am J Sports Med* 2011;39:2064-70.
- 25 Iannotti JP, Deutsch A, Green A, et al. Time to failure after rotator cuff repair: A prospective imaging study. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:965-71.
- 26 Denard PJ, Ladermann A, Burkhart SS. Prevention and management of stiffness after arthroscopic rotator cuff repair: Systematic review and implications for rotator cuff healing. *Arthroscopy* 2011;27:842-8.
- 27 Parsons BO, Gruson KI, Chen DD, et al. Does slower rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair lead to long-term stiffness? *J Shoulder Elbow Surg* 2010;19:1034-9.
- 28 Salter RB, Simmonds DF, Malcolm BW, et al. The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. An experimental investigation in the rabbit. *J Bone Joint Surg Am* 1980;62:1232-51.
- 29 Millett PJ, Wilcox RB, O'Holleran JD, Warner JJ. Rehabilitation of the rotator cuff: An evaluation-based approach. *J Am Acad Orthop Surg* 2006;14:599-609.
- 30 ** van der Meijden OA, Westgard P, Chandler Z, et al. Rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair: Current concepts review and evidence-based guidelines. *Int J Sports Phys Ther* 2012;7:197-218.

* à lire

** à lire absolument