



Rééducation de l'épaule

Shoulder Rehabilitation

LÄDERMANN ALEXANDRE (MD, Privat-Docent)¹

1. Service de chirurgie et traumatologie de l'appareil moteur, hôpital de La Tour, 1217 Meyrin, Suisse

L'auteur déclare n'avoir aucun conflit d'intérêt

Keywords

Shoulder, rehabilitation, physiotherapy, osteopathy, chiropractic, osteoarthritis, glenohumeral instability, rotator cuff lesion.

Introduction: In recent years, progress has been made in understanding the various pathologies that affect the shoulder.

Development: this article aims to summarize the recent progress made in shoulder rehabilitation.

Discussion: the rehabilitation of the shoulder takes place in three distinct phases. The first is to regain the range of motion passively, and then actively. Strengthening is sometimes recommended, although it is preferable to ask the patient to resume «downward» activities such as Nordic walking, rowing, breaststroke, oar, elliptical machine, or cross-country skiing. This rehabilitation does not place stress on the structures of the lower part of the glenoid, and it protects the subacromial space. In the case of repair of massive rotator cuff lesions, premature mobilizations can generate significant stress that may lead to reruptures. Immobilization is therefore encouraged. Rehabilitation in a context of instability must focus more on the «reafferentation» of the shoulder with a neuromuscular and proprioceptive work as well as biofeedback therapy.

Conclusion: the rehabilitation of the shoulder is «à la carte». It is the result of a close collaboration between all the actors of the health practitioners. Such rehabilitation depends on the type of pathology faced, the type of surgery performed and the characteristics of the patient. New platforms make it possible to link all the actors in a facilitate global support.

Mots clés

Epaule, rééducation, physiothérapie, ostéopathie, chiropractie, arthrose, instabilité gléno-humérale, coiffe des rotateurs.

Introduction: ces dernières années, des progrès ont été réalisés dans la compréhension des différentes pathologies touchant l'épaule.

Développement: le but de cet article est de synthétiser les progrès récents réalisés dans sa rééducation.

Discussion: la rééducation de l'épaule se déroule en trois phases distinctes. La première est de regagner les amplitudes articulaires en passif, puis en actif. Le renforcement est parfois recommandé bien que nous préférerions demander au patient de reprendre des activités propices « vers le bas » telles que la marche avec bâton, l'aviron, la brasse, le rameur, l'elliptique, le ski de randonnée ou de fond. Cette rééducation n'engendre en effet pas de stress sur les structures de la partie inférieure de la glène et protègent l'espace sous-acromial. En cas de réparation de lésions massives de la coiffe des rotateurs, des mobilisations intempestives peuvent engendrer des stress importants pouvant conduire à des ruptures itératives. Une immobilisation est donc encouragée. La rééducation dans un contexte d'instabilité doit donc se concentrer davantage sur la «réafferentation» de l'épaule avec un travail neuromusculaire et proprioceptif, en proposant des exercices intégrant une approche cognitivo-comportementale.

Conclusion: la rééducation de l'épaule se fait « à la carte ». Elle est le fruit d'une étroite collaboration entre tous les acteurs de la santé. Elle dépend du type de pathologie à laquelle on fait face, du type de chirurgie pratiquée et des caractéristiques propres du patient. De nouvelles plateformes permettent de mettre en lien tous les acteurs et facilitent la prise en charge globale.



1. Introduction

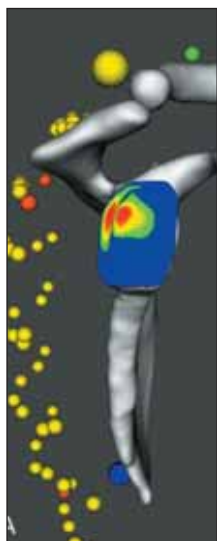
La capacité des professionnels de santé (physiothérapeutes, ostéopathes, chiropracteurs...) à conseiller correctement les patients sportifs ou non-sportifs blessés, est essentielle au processus de rééducation et pour prévenir des blessures ultérieures. Les protocoles de rééducation et les pratiques sportives peuvent comprendre une vaste gamme d'exercices différents et plusieurs types de techniques. Ces dernières années, une meilleure compréhension de la cause des pathologies, telles que l'appréhension de l'épaule⁽¹⁾, les effets et répercussions des exercices sur l'articulation glénohumérale⁽²⁾ permettant d'éviter les blessures a été acquise. De plus, de nouveaux abords chirurgicaux et de protocoles de rééducation ont été développés⁽³⁻⁵⁾ et ont révolutionné les traitements. Finalement, de nouveaux logiciels en français tel que *Follow Health* (www.follow.fr) ont vu le jour. Ces interfaces permettent de mettre en lien efficacement tous ces acteurs en donnant un droit de consultation du dossier médical, facilitant ainsi la prise en charge globale.

Le but de cet article est de synthétiser les progrès récents réalisés dans la rééducation de l'épaule.

2. Développement

Les principes généraux de la rééducation de l'épaule se répartissent en trois phases distinctes. La première est de regagner les amplitudes articulaires en passif, puis en actif. Le renforcement peut par la suite être débuté, pour autant qu'il soit nécessaire. Si cette règle simple est transignée, cela conduira souvent au développement d'une raideur. Le début simultané de l'actif et du passif n'est préconisé que dans la prise en charge de l'instabilité gléno-humérale car c'est l'unique situation durant laquelle une raideur temporaire peut être souhaitable.

Pendant la rééducation, les contacts gléno-huméraux sont observés uniquement entre les secteurs antéro- et postéro-supérieurs de la glène (figure 1)⁽²⁾. Ceci pourrait indiquer que certains exercices peuvent induire une pression plus importante sur le labrum et une usure plus intense du cartilage articulaire, possiblement douloureusement, et augmentant le risque d'arthrose, de déchirures labrales étendues ou retardant la cicatrisation des structures réparées⁽²⁾.



› Figure 1 : vue latérale d'une omoplate droite. Les contacts sur la glène ne se produisent qu'au niveau des quadrants supérieurs (zones verte-jaune-rouge)⁽²⁾.

Aucun exercice ni mouvement ne semble délétère pour les pathologies telles que la subluxation statique postérieure, les instabilités postérieure et antéro-inférieure, ou l'arthropathie post-luxation. Au contraire, une compression du labrum ou du cartilage supérieur, comme on peut le constater dans les conflits internes, par exemple⁽⁶⁾, est fréquemment rencontrée pendant l'exercice⁽²⁾. Les compressions du cartilage et du labrum sont majorées pendant le renforcement du trapèze moyen/inférieur, du deltoïde et de la coiffe postéro-supérieure⁽²⁾. Des effets délétères potentiels de l'exercice sur l'arthrose ou sur des lésions labrales antéropostérieures supérieures (SLAP) peuvent se produire lors d'exercices d'élévation contre un mur, ou avec le renforcement des muscles servant à centrer la tête humérale dans la cavité glénoïde ou à stabiliser l'omoplate. En revanche, les exercices ou mouvements qui semblent protéger ce type de lésions sont ceux qui sollicitent les muscles sous-scapulaires biceps, triceps, grand dorsal et la partie supérieure du trapèze. Ces muscles sont, par exemple, particulièrement entraînés pendant la marche avec bâton, l'aviron, la brasse et l'entraînement sur rameur ou machine elliptique⁽²⁾.

Nous nous sommes aussi récemment intéressés aux mouvements pendulaires de Codman. Il s'avère que ces derniers dépendent principalement d'un mouvement tronculaire et ne produisent que peu de mouvement des articulations gléno-humérale et scapulo-thoracique⁽⁷⁾. L'utilisation de ces exercices pour une rééducation passive de l'épaule est donc questionable et devrait être conseillée uniquement si des protocoles très conservateurs sont recommandés⁽⁷⁾.

3. Discussion et implications pratiques

3.1. Lésions tendineuses : rééducation lors de lésion de la coiffe des rotateurs

3.1.1 Non-opérée

Le praticien est souvent amené à superviser la rééducation, principalement pour les ruptures postéro-supérieures. Il n'y a pas de consensus sur les modalités du traitement conservateur, notamment sur les indications, la méthode et la durée. Nous avons observé que le nombre de tendons atteints influence le résultat fonctionnel. Une atteinte de 2 tendons permet une récupération très probable⁽⁸⁾. Par contre, lorsque 3 groupes musculaires sur 5 selon la classification de *Collin*⁽⁹⁾ sont touchés, la récupération est aléatoire voire impossible si l'atteinte du sous-scapulaire est complète⁽⁸⁾.

Une de nos études démontre que le travail de la portion antérieure du deltoïde majore le phénomène naturel de décentrage antérieur et aggrave la situation, tout comme le travail des abaisseurs excentriques de la tête humérale (grand pectoral et grand dorsal)⁽⁸⁾. Nous préférons ainsi renforcer les stabilisateurs de l'omoplate et le deltoïde dans sa globalité en position haute⁽⁸⁾.

Le but de la rééducation est donc de :

- 1) diminuer les douleurs et les tensions musculaires des régions scapulaire et cervicale afin de retrouver une mobilité

scapulo-thoracique et, par conséquent, d'obtenir un bon placement de la glène durant le mouvement actif. Les muscles concernés sont le petit pectoral, la partie supérieure du trapèze et l'élévateur de l'omoplate.

- 2) corriger les décentrages de la tête humérale (supérieur, antérieur et en rotation) afin d'optimiser la mobilité scapulo-humérale. L'application de techniques douces de recentrage manuel facilite le rétablissement des conditions arthroceptives et biomécaniques permettant aux muscles restants de la coiffe de jouer leur rôle de stabilisation dans le mouvement d'élévation.
- 3) renforcer les muscles stabilisateurs et moteurs de l'omoplate pour corriger les dyskinésies i) du trapèze inférieur, avec pour but la correction de la bascule antérieure de l'omoplate, ii) du dentelé antérieur en position haute, avec pour but un placement optimal de la glène lors des mouvements d'élévation antérieure, iii) des muscles de la coiffe restants en insistant sur les rotateurs externes, et iv) du deltoïde dans sa fonction de coaptation en position haute.
- 4) solliciter les muscles stabilisateurs de l'articulation gléno-humérale par des exercices en position haute. Dans cette position, le deltoïde, qui agit de manière synergique avec les muscles de la coiffe restants, n'a pas de composante ascensionnelle et participe à la coaptation articulaire.
- 5) retrouver une proprioception ainsi qu'un automatisme du mouvement, par une rééducation neuromotrice visant à l'intégration du geste. Un grand nombre de patients ayant une épaule pseudo-paralytique sous-utilisent leur épaule, désactivant ainsi les programmes moteurs utilisés dans les gestes de la vie courante. Dans les exercices, le rôle de la vision est primordial. Le patient doit regarder l'objectif à atteindre. Le patient se concentre sur sa main et la fixe du regard, en occultant le fait que son épaule se mobilise au cours du geste. Au final, la main est utilisée pour rééduquer l'épaule. Au début, les gestes peuvent être facilités par des mouvements bilatéraux symétriques, permettant un couplage des commandes motrices par voie inter-hémisphérique lors des mouvements simultanés.

3.1.2 Coiffe opérée

3.1.2.1. Coiffe supérieure petite à large

Nous venons de conduire une étude prospective et randomisée comparant une période de protection par attelle du membre supérieur de 4 semaines versus aucune immobilisation après réparation de la coiffe des rotateurs allant jusqu'à 3 cm.⁽⁵⁾ Comparé au groupe avec attelle, le groupe sans attelle a démontré une rotation externe et une élévation active supérieures à 1,5 mois, ainsi qu'une meilleure élévation et une meilleure rotation interne à 3 mois. L'échographie n'a révélé aucune différence dans l'intégrité de la réparation à 6 mois ($p=0.902$). Des analyses multivariées ont confirmé un score SANE plus bas et que le score algique augmentait avec l'immobilisation en attelle. En conclusion, l'absence de moyen de contention suite à la réparation de la coiffe des rotateurs est associée à de meilleures amplitudes articulaires et à de meilleurs scores qu'avec une im-

mobilisation en attelle. L'immobilisation postopératoire en attelle ne serait donc pas nécessaire pour des patients porteurs de déchirures petites ou moyennes. Le rôle de conseil du praticien (physiothérapeutes, ostéopathes, chiropracteurs...) quant aux gestes à ne pas faire (abduction active) est alors crucial.

Après 4 semaines, des exercices sont recommandés. Nous avons trouvé que les muscles les moins réceptifs à la rééducation, concernant la hauteur de l'espace sous-acromial, sont le biceps brachial, le grand pectoral et le supra-épineux. Ainsi, tout dogme concernant le renforcement des muscles stabilisant l'omoplate et abaissant la tête humérale pour protéger la coiffe des rotateurs, est probablement fondé⁽²⁾. Des étirements longitudinaux en chaîne fermée, comme le glissement sur table recommandé⁽¹⁰⁾ ne semblent pas, a priori, protéger les réparations de la coiffe des rotateurs, car ils diminuent l'espace sous-acromial par rapport aux autres étirements⁽²⁾.

3.1.2.2. Rupture de coiffe massive, coiffe impliquant le sous-scapulaire inférieur et le petit rond

La moindre mobilisation peut engendrer sur ces réparations difficiles des stress importants pouvant conduire à des ruptures itératives⁽²⁾. *Barth et coll.* ont démontré que la période critique n'est pas de trois mois, comme souvent évoqué, mais de six mois⁽¹¹⁾. Le taux de ruptures itératives ou de non cicatrisation (15% en tout) survient lors de l'augmentation de la charge (figure 2) : ablation de l'attelle à 6 semaines, début du renforcement à 3 mois, reprise des activités sportives, etc. Après 6 mois, seulement 3% de ruptures sont encore constatées.



> Figure 2 : pourcentage de coiffes intactes dans le temps après réparation. Le nombre de ruptures itératives ou de non-cicatrisation se stabilise seulement après 6 mois.

Nous avons, de plus, montré que l'élongation du sous-scapulaire inférieur et du petit rond peut atteindre, lors d'exercices ou de mobilisation, 94–122 % et 116–135 %, respectivement⁽²⁾. Le sus-épineux est par ailleurs le seul muscle du corps qui présente un allongement maximal en position de repos. En conséquence, ces coiffes des rotateurs doivent être immobilisées durant 4 à 6 semaines si possible en position de repos (coude au corps pour les coiffes antérieures, abduction-rotation externe pour les coiffes postéro-supérieures) et aucun exercice de renforcement n'est préconisé durant les 6 premiers mois.

3.2. Lésion ligamentaire : instabilité gléno-humérale antéro-inférieure

3.2.1. Non-opérée

Un traitement conservateur est conseillé, avec une immobilisation en Dujarrier pendant 3 semaines, pour les luxations antéro-inférieures et 6 à 8 semaines pour les luxations postérieures. Ceci est suivi par un renforcement progressif et une reprise des activités⁽¹²⁾. Le protocole de renforcement peut être divisé en trois étapes de 2 semaines⁽¹³⁾:

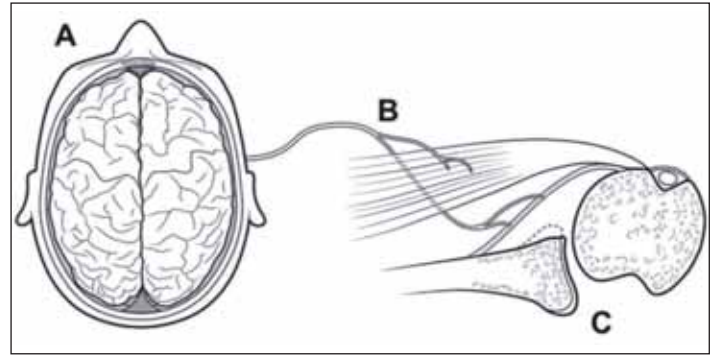
1. Pour la première phase, on choisira des exercices en rotation externe et interne, avec une Thera-Band® rouge ou bleue, dans le but de minimiser la douleur et l'inflammation.
2. La deuxième phase vise à restaurer un meilleur niveau de force musculaire avec la Thera-Band® noire ou argentée, en général. L'intensité des exercices est d'environ 5 séries de 8-10 répétitions. En particulier, les muscles deltoïde, trapèze et dentelé antérieur sont travaillés dans l'axe horizontal et diagonal. Les exercices sont choisis pour améliorer l'amplitude et la force musculaire, entre 90° et 150° dans les plans frontal, sagittal, ainsi que dans les axes diagonaux.
3. La troisième phase est conçue pour des exercices de renforcement en endurance, concentriques et excentriques.

En plus des techniques standards de renforcement et en fonction des situations, il convient d'associer des exercices de proprioception, de réafférentation et de biofeedback (se référer au chapitre 3.2.2). Des attelles dites dynamiques sont des options qui peuvent accélérer le retour à l'entraînement.

3.2.2. Opérée

Les protocoles de rééducation varient les 4 premières semaines en fonction de la technique chirurgicale, des chirurgiens et de leurs habitudes. Malgré la stabilisation et la rééducation, trois à cinquante pourcents des patients vont garder une appréhension ou éviter certains mouvements de l'épaule. Trois origines de cette appréhension ont été mises en évidence (figure 3)⁽¹⁾:

1. La première est une séquelle centrale; un remaniement cortical a été objectivé⁽¹⁴⁾ et ne se corrige que partiellement après une chirurgie stabilisatrice⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.
2. La deuxième est la présence de lésions neurologiques périphériques consécutives aux luxations qui ne sont pas objectivables cliniquement mais qui pourraient affecter la proprioception, rendant ainsi le contrôle de l'épaule moins bon, avec des douleurs persistantes et de l'anxiété.
3. La troisième est qu'une stabilisation chirurgicale ne permet pas de stabiliser complètement l'articulation (des micro-mouvements persistent) mais uniquement d'éviter de nouveaux épisodes de luxation (macro-stabilité)⁽¹⁷⁾.



› Figure 3 : l'appréhension pourrait être en rapport avec (A) des séquelles du système nerveux central, (B) des lésions neurologiques périphériques consécutives à une luxation ou (C) une instabilité mécanique, comme des micro-mouvements⁽¹⁷⁾

La rééducation doit donc se concentrer davantage sur la «ré-afférentation» de l'épaule avec un travail neuromusculaire et proprioceptif, en proposant des exercices intégrant une approche cognitivo-comportementale⁽¹⁾.

3.3. Arthrose

3.3.1. Prothèse d'épaule anatomique

Nous avons étudié prospectivement l'effet de l'immobilisation postopératoire après prothèse totale d'épaule anatomique⁽³⁾. Soixante patients ont été randomisés avec soit une mobilisation immédiate soit une mobilisation tardive. Un travail immédiat axé sur la mobilisation offre un retour à la fonctionnalité plus rapide qu'avec un protocole de mobilisation tardive. Cependant, il n'y a pas de différence dans l'amplitude finale ni dans le résultat fonctionnel entre les 2 groupes. De surcroît, une mobilisation immédiate peut ralentir la cicatrisation d'une ostéotomie de la petite tubérosité⁽³⁾. Ces patients sont donc immobilisés pendant 1 mois après prothèse totale anatomique

3.3.2. Prothèse totale d'épaule inversée

Si l'on choisit une approche avec ténotomie du sous-scapulaire ou abord transdeltoïdien, le protocole est identique à celui d'une prothèse anatomique avec port d'une simple écharpe durant quatre semaines⁽¹⁸⁾. Par contre, lorsqu'aucun muscle n'est sectionné (prothèse par voie deltopectorale sans ténotomie du sous-scapulaire que nous avons développée^(4, 19)), aucune immobilisation n'est nécessaire⁽¹⁸⁾. La rééducation active est entreprise dès le lendemain du geste et toutes les activités peuvent être reprises immédiatement. Ceci a permis de limiter d'une manière drastique les durées d'hospitalisation et de permettre aux patients de rentrer à domicile sans passer par des centres de rééducation⁽²⁰⁾. Malgré ces progrès, nos patients opérés du côté non dominant, ayant de mauvaises mobilités et de mauvais scores fonctionnels préopératoires regagnent plus difficilement leurs amplitudes⁽²¹⁾. Ceci est expliqué chez ces patients par un membre supérieur négligé en lien avec un déconditionnement du deltoïde et une atteinte chronique de la coiffe des rotateurs qui conduit à une adaptation corticale néfaste similaire à celle observée lors de phénomènes d'instabilité (chapitre 3.2.2)⁽²¹⁾. De plus, une raideur préopératoire est associée à une récupération postopératoire des amplitudes plus lente et devrait être déjà combattue en préopératoire.

Notre protocole de kinésithérapie après prothèse totale d'épaule inversée est basé sur trois points :

1. L'objectif durant les quatre premières semaines est de récupérer l'élévation passive et la rotation externe, selon des protocoles déjà validés⁽²²⁾.
2. Après ces quatre semaines, l'objectif est de récupérer la mobilité active, en s'appuyant sur la réactivation du deltoïde et le renforcement en « position zéro », selon *Saha*⁽²³⁾. D'autres auteurs ont déjà noté que le membre sain favorise l'utilisation de neurones miroirs situés dans le cortex prémoteur⁽²⁴⁾. Une thérapie plus spécifique peut être utile pour les patients ayant un score de Constant controlatéral faible, utilisant des glissements sur table ou des mouvements contre un mur, en se servant du membre opposé. Si le réveil du deltoïde ne se produit pas, une souffrance du nerf axillaire associée à ce type d'implant doit être suspectée et une électrostimulation doit être discutée⁽²⁵⁾.

3. Le troisième objectif était de récupérer la fonctionnalité du mouvement de l'épaule pour les actes de la vie quotidienne, utilisant des techniques neuromusculaires pour passer de l'élévation active à un mouvement fonctionnel.

Des exercices de renforcement ne sont jamais préconisés (risque de fracture de fatigue de l'acromion ou de luxation prothétique), la récupération de la force se faisant progressivement et naturellement.

4. Conclusion

La rééducation de l'épaule se fait « à la carte » (Tableau 1). Elle est le fruit d'une étroite collaboration entre tous les acteurs de la santé. Elle dépend du type de pathologie à laquelle on fait face, du type de chirurgie pratiquée et des caractéristiques propres du patient. De nouvelles plateformes permettent de mettre en lien tous les acteurs et facilitent la prise en charge globale.

Implications pour la pratique

Coiffe des rotateurs	
Traitement conservateur	Renforcement des stabilisateurs de l'omoplate Renforcement du deltoïde dans sa globalité en position haute
Lésion postéro-supérieure petite à large avec réparation satisfaisante	Pas d'immobilisation, mesures de protection (pas d'abduction active)
Lésion massive ou antérieure opérée	4-6 semaines d'immobilisation en position de repos. Mouvements pendulaires.
Instabilité antérieure non opérée	Immobilisation durant 3 semaines suivie d'un renforcement progressif, proprioception, réafférentation et biofeedback si premier épisode, identique sans immobilisation si instabilité récurrente
Instabilité antérieure opérée	Dépend du type de stabilisation, en générale 10 à 21 jours d'immobilisation en Dujarrier
Instabilité postérieure	6 à 8 semaines d'immobilisation en rotation externe
Prothèse anatomique	Immobilisation durant 4 semaines en Dujarrier puis rééducation selon protocole publié ⁽³⁾
Prothèse inversée avec réparation du sous-scapulaire	Protection de la réparation durant 1 mois puis gain des amplitudes. Pas de renforcement
Prothèse totale d'épaule inversée épargnant le sous-scapulaire ou sans réparation du sous-scapulaire	Mobilisation immédiate dans tous les plans, en passif comme en actif. Pas de renforcement

› Tableau 1: proposition de rééducation de l'épaule (implications pratiques)

Contact

Alexandre Lädermann, MD, Privat-docent, +41 22 719 75 55, alexandre.laedermann@gmail.com

7. Références

1. Lädermann A, Tirefort J, Zanchi D, Haller S, Charbonnier C, Cunningham G. Shoulder Apprehension: a Multifactorial Approach. *EFORT Open Rev*. 2018;3. doi: 10.1302/2058-5241.3.
2. Charbonnier C, Lädermann A, Kevelham B, Chague S, Hoffmeyer P, Holzer N. Shoulder strengthening exercises adapted to specific shoulder pathologies can be selected using new simulation techniques: a pilot study. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2018;13(2):321-330.

3. Denard PJ, Lädermann A. Immediate versus delayed passive range of motion following total shoulder arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 2016;25(12):1918-24.
4. Lädermann A, Lo EY, Schwitzgubel AJ, Yates E. Subscapularis and deltoid preserving anterior approach for reverse shoulder arthroplasty. *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*. 2016;102(7):905-8.
5. Tirefort J, Schwitzgubel A, Collin P, Nowak A, Plomb-Holmes C, Lädermann A. Postoperative Mobilization After Superior Rotator Cuff Repair: Sling versus No-sling. A Randomized Prospective Study. *J Bone Joint Surg Am*. In press.
6. Lädermann A, Chague S, Kolo FC, Charbonnier C. Kinematics of the shoulder joint in tennis players. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*. 2016;19(1):56-63.
7. Cunningham G, Charbonnier C, Chagué S, Lädermann A, Sonnabend D. Are pendular shoulder exercises worthwhile? Unpublished data.

8. Collin PG, Gain S, Nguyen Huu F, Lädermann A. Is rehabilitation effective in massive rotator cuff tears? *Orthopaedics & traumatology, surgery & research : OTSR*. 2015;101(4 Suppl):S203-5.
9. Collin P, Matsumura N, Lädermann A, Denard PJ, Walch G. Relationship between massive chronic rotator cuff tear pattern and loss of active shoulder range of motion. *J Shoulder Elbow Surg*. 2014;23(8):1195-202.
10. Denard PJ, Lädermann A, Burkhart SS. Prevention and management of stiffness after arthroscopic rotator cuff repair: systematic review and implications for rotator cuff healing. *Arthroscopy*. 2011;27(6):842-8.
11. Barth J, Andrieu K, Fotiadis E, Hannink G, Barthelemy R, Saffarini M. Critical period and risk factors for retear following arthroscopic repair of the rotator cuff. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2017 Jul;25(7):2196-2204.
12. Lädermann A, Benchouk S, Denard P. Traumatic Anterior Shoulder Instability: General concepts & proper management. In: Park J, editor. *Sports Injuries to the Shoulder and Elbow*. 1. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2015.
13. Gaballah A, Zeyada M, Elgeidi A, Bressel E. Six-week physical rehabilitation protocol for anterior shoulder dislocation in athletes. *J Exerc Rehabil*. 2017;13(3):353-8.
14. Haller S, Cunningham G, Lädermann A, Hofmeister J, Van De Ville D, Lovblad KO, et al. Shoulder apprehension impacts large-scale functional brain networks. *AJNR American journal of neuroradiology*. 2014;35(4):691-7.
15. Zanchi D, Cunningham G, Lädermann A, Ozturk M, Hoffmeyer P, Haller S. Brain activity in the right-frontal pole and lateral occipital cortex predicts successful post-operative outcome after surgery for anterior glenohumeral instability. *Sci Rep*. 2017;7(1):498.
16. Zanchi D, Cunningham G, Lädermann A, Ozturk M, Hoffmeyer P, Haller S. Structural white matter and functional connectivity alterations in patients with shoulder apprehension. *Sci Rep*. 2017;7:42327.
17. Lädermann A, Denard PJ, Tirefort J, Kolo FC, Chague S, Cunningham G, et al. Does surgery for instability of the shoulder truly stabilize the glenohumeral joint?: A prospective comparative cohort study. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(31):e4369.
18. Schwitzgubel AJ, Haas C, Lädermann A. [Reverse shoulder arthroplasty]. *Revue medicale suisse*. 2016;12(504):266, 8-9.
19. Lädermann A, Lo E. Subscapularis and Deltoid Preserving Anterior Approach for Reverse Shoulder Arthroplasty 2014 [Available from: <https://www.vumedi.com/video/subscapularis-and-deltoid-preserving-anterior-approach-for-reverse-shoulder-arthroplasty-2/>].
20. Lädermann A, Denard PJ, Tirefort J, Collin P, Nowak A, Schwitzgubel AJ. Subscapularis- and deltoid-sparing vs traditional deltopectoral approach in reverse shoulder arthroplasty: a prospective case-control study. *Journal of orthopaedic surgery and research*. 2017;12(1):112.
21. Collin P, Matsukawa T, Denard PJ, Gain S, Lädermann A. Pre-operative factors influence the recovery of range of motion following reverse shoulder arthroplasty. *Int Orthop*. 2017 Oct;41(10):2135-2142.
22. Liotard J. Painful shoulder rehabilitation: How to do it simple. *Revue du rhumatisme monographies*. 2010;77(3):239-45.
23. Saha AK. [Zero position of the glenohumeral joint: its recognition and clinical importance]. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 1958;22(4):223-6.
24. Hauert C, Deiber M, Thut G. La coordination motrice interhémisphérique. *Revue de Neuropsychologie*. 2002;12(2):241-74.
25. Lädermann A, Lubbeke A, Melis B, Stern R, Christofilopoulos P, Bacle G, et al. Prevalence of neurologic lesions after total shoulder arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2011;93(14):1288-93.