

# ORTHO~RHUMATO

REVUE DE RHUMATOLOGIE, MÉDECINE PHYSIQUE ET RÉADAPTATION, ORTHOPÉDIE ET MÉDECINE DU SPORT

## ~ **PHYSIOPATHOLOGIE DE LA SPONDYLITE ANKYLOSANTE**

~ Chirurgie de la main:  
sous-spécialité ou super spécialité

~ La vasculopathie digitale  
dans la sclérose systémique

Retrouvez Ortho-Rhumato  
sur internet



OR\_10\_3\_F

BIMESTRIEL
BUREAU DE DÉPÔT CHARLEROIX
P301123

ISSN 1379-8936

Editeur responsable: V. Ledercq - Avenue des Fougères 6, 1950 Kraainem

**D-vital<sup>®</sup>**  
1000/880  
Calcium / Vitamins D3  
**forte**

**90**

Will-Pharma

**ORTHO-RHUMATO**EDITORIAL BOARD

Fredrik Almqvist  
 Thierry Appelboom  
 Yves Boutsen  
 Jean-Pierre Castiaux  
 André Debruyne  
 Luc De Clerck  
 Filip De Keyser  
 Luc De Smet  
 Jean-Pierre Devogelaer  
 Patrick Durez  
 Chris Goossens  
 Michel Malaise  
 Herman Mielants  
 Stefaan Poriau  
 Jean-Yves Reginster  
 Renno Roelandt  
 Jean-Jacques Rombouts  
 Serge Steinfeld  
 Wim Stevens  
 Jan Van Zundert  
 René Verdonk  
 Johan Waes



UPP  
 Membre de l'Union des Éditeurs  
 de la Presse Périodique

L'éditeur ne pourra être tenu pour responsable du contenu des articles signés, qui engagent la responsabilité de leurs auteurs. En raison de l'évolution rapide de la science médicale, l'éditeur recommande une vérification extérieure des attitudes diagnostiques ou thérapeutiques recommandés.

**SOMMAIRE****EDITORIAL****LES ARTHROPLASTIES DE HANCHE RECOURANT À UN COUPLE MÉTAL-MÉTAL**

*Olivier Cornu (Clin. univ. St-Luc, UCL, Bruxelles)*

3

**MÉTABOLISME OSSEUX**

IOF-ECCEO12 EUROPEAN CONGRESS ON OSTÉOPOROSIS AND OSTEOARTHRITIS. BORDEAUX, 21-24 MARS 2012

**COMME LES BONS VINS, L'IOF-ECCEO BONIFIE AVEC LES ANNÉES**

*Dominique-Jean Bouilliez*

9

**RHUMATO****PHYSIOPATHOLOGIE DE LA SPONDYLITE ANKYLOSANTE**

*Kirsten Braem, Rik Lories (UZ Leuven, KU Leuven)*

16

**ORTHO****CHIRURGIE DE LA MAIN: SOUS-SPÉCIALITÉ OU SUPER SPÉCIALITÉ**

*Luc De Smet, Ilse Degreef (UZ Leuven, KU Leuven)*

24

**RHUMATO****LA VASCULOPATHIE DIGITALE DANS LA SCLÉROSE SYSTÉMIQUE**

*Béatrice André (CHU Sart Tilman, ULg, Liège)*

30

**NOUVEAUTÉS EN RHUMATOLOGIE****EXTRAITS DE LA LITTÉRATURE**

*Heidi Van de Keere*

38

**ORTHO****L'ÉPAULE DU SPORTIF: ÉVALUATION FONCTIONNELLE ET RÉADAPTATION**

*Bénédict Forthomme, Jean-François Kaux, Jean-Michel Crielaard, Jean-Louis Croisier (CHU Sart-Tilman, ULg, Liège)*

46

**RHUMATO****SYNDROME MICROGÉODIQUE DES PHALANGES: UN DIAGNOSTIC MÉCONNU**

*Toelen Jaan, Gyssels An, Wouters Carine (KU Leuven)*

51

**IMAGERIE ET MOUVEMENT****TUMEUR GLOMIQUE SOUS-UNGUÉALE: UNE TUMEUR BÉNIGNE RARE DU LIT DE L'ONGLE**

*Kevin Van Looveren (ASZ Aalst, UA), Tjeerd Jager (ASZ Aalst), Ludo Coenen (AZ Sint-Maarten, Duffel-Mechelen),*

*Jan Bosmans (UZ Gent, UG), Koenraad L. Verstraete (UZ Gent, UG), Filip Vanhoenacker (UA; UZ Gent, UG;*

*AZ Sint-Maarten, Duffel-Mechelen)*

56

**ERRATUM**

58

**ORTHO****EPIPHYSIOLOGIE DE LA TÊTE FÉMORALE CHEZ UN ENFANT ATTEINT DU SYNDROME DE DOWN**

*Stéphanie Van Kerckhoven (KU Leuven), Christophe Olyslaegers (Campus St-Jozef, Mortsel, GZA-ziekenhuizen),*

*Jan Mertens (AZ St-Maarten, Duffel)*

59

**AGENDA**

66

# L'ÉPAULE DU SPORTIF: ÉVALUATION FONCTIONNELLE ET RÉADAPTATION

*Bénédictte Forthomme, Jean-François Kaux, Jean-Michel Crielaard, Jean-Louis Croisier*

Département des Sciences de la Motricité, Université de Liège et Service de Médecine Physique et Kinésithérapie, CHU Sart-Tilman, Liège

*Keywords: overhead athlete – shoulder – rehabilitation – scapula – rotator cuff*

La pratique sportive intensive impliquant les membres supérieurs peut induire des modifications spécifiques et variées au complexe articulaire de l'épaule. Ces adaptations liées à la gestuelle sportive participeraient à la survenue lésionnelle de l'épaule.

Elles correspondent notamment à un gain de mobilité en rotation externe passive et à une raideur en rotation interne favorisant l'instabilité antéro-interne et la lésion tendineuse intra-articulaire. De plus, des perturbations de la mobilité et de la position de la scapula au repos ou lors des mouvements du bras sont régulièrement observées. Ces dyskinésies altèrent le rôle de la scapula dans le rythme scapulo-thoracique. La modification de la balance musculaire entre la force maximale développée respectivement par les rotateurs externes et les rotateurs internes pourrait diminuer l'équilibre des forces coaptatrices articulaires. Enfin, l'altération des qualités proprioceptives, liée à la moindre activation des mécanorécepteurs et au contrôle neuromusculaire moins efficace, expose l'épaule à une diminution de la stabilité.

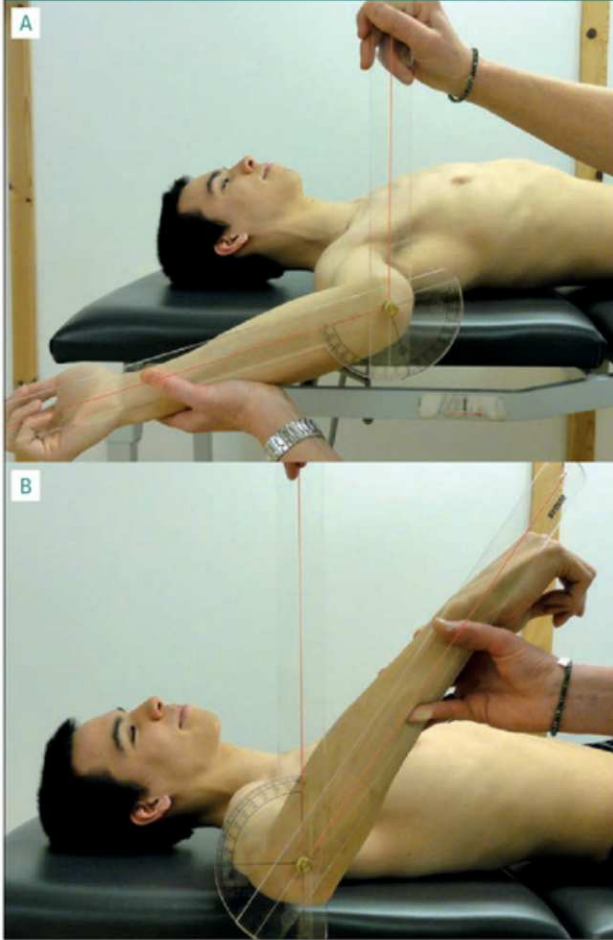
L'épaule lésée de l'overhead athlete doit faire l'objet d'évaluations particulières et d'une prise en charge adaptée. Des exercices spécifiques exécutés par le sportif, en complément de l'entraînement, assure le succès de cette rééducation particulière. Le suivi longitudinal requiert des évaluations régulières objectivant la modification du statut de l'épaule, permettant de réorienter éventuellement le traitement et définissant les critères de reprise sur le terrain. Des programmes de compensation sont régulièrement préconisés afin de prévenir les altérations mentionnées. Nous insistons sur la nécessité d'une approche pluridisciplinaire impliquant médecin, kinésithérapeute, entraîneur et préparateur physique.

## INTRODUCTION

L'épaule sportive requiert un équilibre délicat entre mobilité articulaire et stabilité, autorisant la performance mais limitant la survenue lésionnelle. Diverses adaptations apparaissent au sein des articulations gléno-humérale et scapulo-thoracique en relation avec les exigences et les contraintes du geste d'armer-lancer. Ces caractéristiques augmentent le risque lésionnel de l'épaule entraînée. La

prise en charge rééducative de l'épaule sportive lésée nécessite, au-delà du diagnostic médical, un bilan spécifique objectivant les modifications fonctionnelles apparues et permettant de définir l'orientation du traitement en kinésithérapie. Par ailleurs, la prévention lésionnelle reste une démarche fondamentale: elle se base sur l'identification des mécanismes et particularités potentiellement délétères de l'épaule du lanceur, permettant ensuite l'élaboration d'un programme contrôlé d'exercices préventifs.

Figure 1: Mesure goniométrique de la rotation externe (a) et interne (b) glénohumérale passive (en degrés) (à 90° d'abduction dans le plan frontal).



### MOBILITÉ GLÉNO-HUMÉRALE

L'épaule dominante du sportif utilisant le membre supérieur se caractérise par une hypermobilité en rotation externe et une hypomobilité en rotation interne. Cette particularité s'objective lors de la mesure goniométrique passive, sujet en décubitus dorsal, bras à 90° d'abduction dans le plan frontal. L'hypermobilité en rotation externe semble résulter de la gestuelle d'armer, à l'origine de l'étirement progressif des structures capsulo-ligamentaires et musculaires antérieures (1-5). Ce gain de mobilité favoriserait la laxité et l'instabilité antéro-interne par une majoration de la translation antérieure de la tête de l'humérus au sein de la cavité glénoïdale et une sensation d'appréhension en position d'armer (6). Wilk et al. mesurent une majoration moyenne de 7° en rotation externe passive du côté dominant par rapport au côté non dominant chez des pitchers (2). Une hypermobilité bilatérale concerne davantage les nageurs ou reste d'origine congénitale (7).

La raideur des structures capsulaires et musculaires postérieures entraîne une hypomobilité en rotation interne; cette raideur postérieure suscite une attention particulière

Figure 2: Mesure de la rotation interne glénohumérale passive (en centimètres) dans la position du «Sleeper Stretch».



depuis plusieurs années (1). Elle résulterait des micro-traumatismes répétitifs imposés aux structures postérieures lors du freinage du bras après la phase de lancer ou de frappe. En effet, ce travail excentrique à haute intensité de freinage peut contribuer à l'installation d'une fibrose tissulaire et capsulaire de la coiffe postérieure (1-3). L'hypomobilité induite semble favoriser le tiroir antérieur de la tête de l'humérus lors de l'armer ainsi qu'une torsion du tendon du long biceps à l'endroit d'insertion sur le bourrelet supérieur. Ces contraintes pourraient participer à l'instabilité gléno-humérale, à la SLAP (*Superior Labral Antero-Posterior*) lesion ou au conflit tendineux (7-9). Burkhart et al. (8) observent une perte de plus de 25° de la mobilité en rotation interne passive chez 124 lanceurs souffrant d'une SLAP lesion de type II. Moers et al. démontrent une raideur de la coiffe postérieure et un déficit en rotation interne significatifs chez des lanceurs présentant un conflit postéro-supérieur (5).

Plusieurs auteurs (10-12) décrivent une augmentation de la rétroversion de la tête de l'humérus et de la glène chez des pitchers et des joueurs de handball entraînés intensivement depuis l'âge de 12 à 16 ans (10-12). Le lancer à répétition induirait un remodelage osseux responsable de cette rétroversion. Ces adaptations osseuses semblent protectrices puisqu'elles tendent à diminuer le stress sur les structures antérieures en position d'armer (position d'abduction et de rotation externe maximale) (10-12).

### APPROCHE CLINIQUE

La mesure goniométrique (degrés) de la rotation externe gléno-humérale passive s'effectue sujet placé en décubitus dorsal, bras à 90° d'abduction frontale (13) (Figure 1). La modification de mobilité de l'épaule dominante s'objective particulièrement par comparaison avec le membre non dominant pour les activités sportives «unilatérales» (13). La rotation interne maximale se mesure dans cette position en veillant à éviter les compensations d'antépro-

jection de l'épaule en fin de mouvement. La raideur de la coiffe postérieure s'évalue également dans la position du *sleeper stretch* (Figure 2) par la distance en centimètres entre la styloïde cubitale et la table, l'épaule en rotation interne passive maximale. L'adduction horizontale, sujet en décubitus dorsal, quantifie (degrés) plus particulièrement l'extensibilité de la capsule postérieure (13-15).

Le traitement de la raideur des structures postérieures requiert des étirements dans des positions spécifiques (*sleeper stretch*, *cross body arm*) à appliquer régulièrement après l'entraînement (Figures 3 et 4).

L'hypermobilité en rotation externe ne peut être corrigée par un traitement conservateur. L'apprentissage du contrôle de la fin d'armer par un travail excentrique de la sangle musculaire antérieure semble le plus efficace. Des exercices de pliométrie (réception suivie du lancer rapide de la balle) correspondent parfaitement à cette tâche motrice difficile du freinage du bras en position d'armer.

#### DYSKINÉSIE SCAPULAIRE

La scapula se mobilise dans les trois plans de l'espace sous la forme des mouvements de sonnettes interne et externe, de tilts antérieur et postérieur, de rotations interne et externe. Kibler (6) identifie le rôle fondamental de la scapula au sein du complexe articulaire de l'épaule. Le placement adéquat de la scapula sur le gril costal optimise le cycle étirement-détente lors des différentes phases du geste d'armer-lancer; il autorise le maintien d'un espace sous-acromial suffisant dans les mouvements du bras. En outre, la scapula, site d'insertion des muscles de la coiffe des rotateurs et des stabilisateurs scapulaires, constitue le lien indispensable entre les membres inférieurs, le tronc et les articulations distales dans la chaîne cinétique proximo-distale lors du lancer. La dyskinésie scapulaire correspond à une dysfonction de la mobilité et de la position de la scapula, altérant le rôle fondamental de la scapula dans le mouvement (16). La dyskinésie accompagne régulièrement la pathologie de l'épaule sportive mais ne s'avère pas spécifique de celle-ci (16-19). Une fatigabilité précoce, un déséquilibre de force et un manque de coordination des muscles stabilisateurs de la scapula du bras de lancer pourraient expliquer cette perturbation de la cinématique scapulaire par rapport au côté controlatéral (16). Une raideur de la coiffe postérieure et du petit pectoral représentent également des facteurs favorisant la dyskinésie de la scapula (19). Borich et al. associent un tilt antérieur majoré (antéprojection de l'épaule) à la raideur de la coiffe postérieure chez les lanceurs présentant cette asymétrie positionnelle (18).

Figure 3: Auto-étirement de la coiffe postérieure en décubitus latéral.



Figure 4: Auto-étirement des structures postérieures (cross-body arm).



#### APPROCHE CLINIQUE

L'évaluation clinique de la dyskinésie scapulaire s'effectue visuellement, par une comparaison bilatérale de la position des scapulae lorsque le sujet est au repos, bras le long du corps. L'observation se poursuit ensuite lors de l'élévation des bras en comparant le déplacement scapulaire des deux côtés. Les sports entraînant une perturbation bilatérale (natation) exigent la comparaison des deux épaules par rapport à des normes et rendent l'évaluation de la dyskinésie plus difficile. Différents patterns anormaux sont identifiés par Kibler et Sciascia (16). Pour exemples: l'apparition, lors de l'élévation du bras, d'une *winging scapula* (décollement de l'angle inféro-interne); ou une rotation majorée selon un axe vertical de la scapula, générant un bord spinal plus apparent. Certaines mesures centimétriques bilatérales entre l'angle inféro-interne scapulaire et l'apophyse épineuse de la vertèbre correspondante apportent une quantification intéressante de la dyskinésie (Figure 5) (13, 16). Kibler et Sciascia (16) proposent d'effectuer la mesure dans trois positions différentes de l'épaule à 0°, 45° et 90° d'abduction. En comparaison, une différence de 1,5cm dans 2 positions au moins objective le phénomène de dyskinésie (16).

Figure 5: Mesure centimétrique entre l'angle inféro-interne scapulaire et l'apophyse épineuse de la vertèbre correspondante.



La rééducation se base sur le renforcement des muscles stabilisateurs de la scapula, principalement le trapèze moyen et inférieur, le dentelé antérieur et le rhomboïde (Figure 6) (13, 19). Le sportif doit intégrer à son entraînement habituel un programme de renforcement spécifique pendant plusieurs mois dans le but d'améliorer la stabilité scapulaire. L'étirement de la coiffe postérieure et du petit pectoral complète cette prise en charge musculaire ciblée. Un contrôle régulier par le kinésithérapeute du statut scapulaire et de la bonne exécution du programme reste indispensable dans le suivi longitudinal de l'athlète.

#### DÉSÉQUILIBRE MUSCULAIRE DE LA COIFFE DES ROTATEURS

Les muscles de la coiffe des rotateurs assurent, par leur action coaptatrice, la stabilité de la tête de l'humérus au sein de la cavité glénoïdale. Le centrage huméral exige une balance équilibrée entre les muscles agonistes et antagonistes, plus précisément entre les rotateurs internes (RI), frénateurs du bras lors de l'armer et effecteurs du lancer, et les rotateurs externes (RE), responsables de la rotation externe lors de l'armer et du contrôle du bras en fin de lancer (20). L'alternance et la coordination de contractions concentriques et excentriques rapides ainsi que le respect de l'équilibre de force agonistes/antagonistes (ratios RE/RI) conditionnent la performance lors du geste sportif et les risques de survenue lésionnelle (20).

Figure 6: Renforcement des muscles scapulaires.

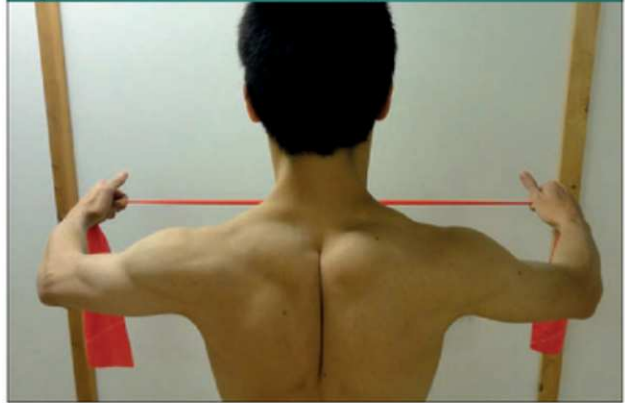


Figure 7: Renforcement des rotateurs externes.



#### APPROCHE CLINIQUE

La détection d'une perturbation de l'équilibre de force entre les RE et les RI nécessite une évaluation de la performance musculaire maximale. Sur dynamomètre isocinétique, le protocole du test adapté à l'épaule sportive comporte des vitesses concentriques de 60°/s à 240°/s et excentrique à 60°/s; pour des motifs de spécificité et de reproductibilité, le sujet est installé en décubitus dorsal, bras à 90° d'abduction frontale (20, 21). Le déséquilibre entre les groupes agonistes et antagonistes correspond le plus souvent à une réduction des ratios RE/RI (20, 22). Cette perturbation de l'équilibre agonistes/antagonistes est liée à des performances des RI augmentées par la gestuelle et l'entraînement en musculation, les RE ne présentant pas de modification proportionnelle de la force maximale (22). Certaines pathologies neurologiques spécifiques au sport peuvent également contribuer à une réduction de performance des RE (23). Des exercices ciblés de renforcement de la coiffe postérieure sont alors intégrés dans l'entraînement sportif (24): par exemple, la rotation externe effectuée avec un élastique, coude au corps (Figure 7) ou en position d'armer. Un déficit plus important requiert un entraînement spécifique sur le dynamomètre isocinétique suivi d'une évaluation contrôlant l'évolution des performances maximales et des ratios.

## PERTURBATIONS DES QUALITÉS PROPRIOCEPTIVES

La proprioception représente l'information afférente provenant de la périphérie du corps (via les mécanorécepteurs intégrés aux structures passives et actives) contribuant à la stabilité articulaire de l'épaule. La proprioception intègre différentes composantes: la sensation positionnelle, la perception du mouvement actif et passif (sens arthrokinétique) et la sensation de la force (25). Le contrôle neuromusculaire correspond à l'intégration spinale et supra-spinale des informations provenant de la périphérie et à la réponse efférente motrice (réflexe ou volontaire) permettant de maintenir la stabilité de l'épaule (25).

L'hypermobilité en rotation externe de l'épaule de l'*overhead athlete*, liée à la moindre tension du système capsulo-ligamentaire et musculaire antérieur, diminue les qualités proprioceptives de repositionnement par une réduction de l'activité des mécanorécepteurs articulaires et musculaires (26). Chez des sportifs entraînés, une augmentation de la latence de la coiffe postérieure en relation avec un contrôle neuromusculaire moins efficace s'observe également lors d'un déséquilibre de l'épaule vers la rotation interne (27). Ces perturbations proprioceptives exposent à la lésion musculo-tendineuse et articulaire de l'épaule par la limitation de l'efficacité du système sensorimoteur lors des gestes rapides et puissants d'armer-lancer.

## APPROCHE CLINIQUE

Différentes techniques permettent d'évaluer les qualités proprioceptives (dynamomètre isocinétique utilisé comme

Figure 8: Exercice proprioceptif en chaîne fermée.



goniomètre de précision, système d'évaluation tridimensionnel) et le contrôle neuromoteur (analyse électromyographique de la réponse musculaire à un déséquilibre, élaboration de ratios fonctionnels cliniques) (25).

La rééducation proprioceptive débute en chaîne fermée pour le meilleur contrôle et la co-contraction des muscles synergiques qu'elle induit (Figure 8) et se poursuit en chaîne ouverte, plus fonctionnelle. Des exercices de pliométrie permettent d'améliorer les qualités proprioceptives (28) grâce à une augmentation de la sensibilité des fuseaux neuromusculaires et à l'adaptation centrale liée à la répétition de l'exercice. Ces facteurs génèrent une meilleure anticipation par une activation musculaire lors de phases de réception-lancer de balle.

## Références

- Borsa PA, Laudner KG, Savers EL. Mobility and stability adaptations in the shoulder of the overhead athlete. A theoretical and evidence-based perspective. *Sports Med* 2008;38:17-36.
- Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med* 2002;30:136-51.
- Meister K. Injuries to the shoulder in the throwing athlete. Part one: Biomechanics/Pathophysiology/Classification of injury. *Am J Sports Med* 2000;28:265-75.
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part II: the SICK scapula, scapula dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 2003;19:641-61.
- Wang HK, Cochrane T. Mobility impairment, muscle imbalance, muscle weakness, scapular asymmetry and shoulder injury in elite volleyball athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 2001;41:403-10.
- Sethi PM, Tibone JE, Lee TQ. Quantitative assessment of glenohumeral translation in baseball players: a comparison of pitchers versus nonpitching athletes. *Am J Sports Med* 2004;31:1711-5.
- Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, et al. Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med* 1997;25:609-13.
- Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology. Part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003;19:404-20.
- Myers JB, Laudner KG, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am J Sports Med* 2006;34:385-91.
- Osbahr DC, Cannon DL, Speer KP. Retroversion of the humerus in the throwing shoulder of college baseball pitchers. *Am J Sports Med* 2002;30:347-53.
- Reagan KM, Meister K, Horodyski MB, et al. Humeral retroversion and its relationship to glenohumeral rotation in the shoulder of college baseball players. *Am J Sports Med* 2002;30:354-60.
- Crockett HC, Gross LB, Wilk K, et al. Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball players. *Am J Sports Med* 2002;30:20-6.
- Forthomme B, Crielaard JM, Croisier JL. Rééducation de l'épaule du sportif: Proposition d'une fiche d'évaluation fonctionnelle. *J Traumatol Sport* 2006;23:193-202.
- Myers JB, Oyama S, Wassinger CA, et al. Reliability, precision, accuracy and validity of posterior shoulder tightness assessment in overhead athletes. *Am J Sports Med* 2007;35:1922-30.
- Tyler TF, Nicholas SJ, Lee SJ, Mullane M, McHugh MP. Correction of posterior shoulder tightness is associated with symptom resolution in patients with internal impingement. *Am J Sports Med* 2010;38:114-9.
- Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med* 2010;44:300-5.
- Kibler WB, Ludewig PM, McClure P, Uhl TL, Sciascia A. Scapular summit 2009: Introduction. *J Orthop Sports Phys Ther* 2009;39:1-13.
- Borich MR, Bright JM, Lorello DJ, Ciemiński CJ, Buisman T, Ludewig PM. Scapular angular positioning at end range internal rotation in cases of glenohumeral internal rotation deficit. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36:926-34.
- Forthomme B, Crielaard JM, Croisier JL. Scapular positioning in athlete's shoulder: particularities, clinical measurements and implications. *Sports Med* 2008;38:369-86.
- Forthomme B. Exploration musculaire isocinétique de l'épaule. Thèse de Doctorat en Kinésithérapie et Réadaptation. Faculté de Médecine, Université de Liège, 2005.
- Forthomme B, Dvir Z, Crielaard JM, Croisier JL. Isokinetic assessment of the shoulder rotators: a study of optimal test position. *Clin Physiol Funct Imaging* 2011;3:1:227-32.
- Forthomme B, Croisier JL, Giccarone G, Crielaard JM, Cloes M. Factors correlated with volleyball spike velocity. *Am J Sports Med* 2005;33:1513-19.
- Forthomme B, Croisier JL, Mazza L, Benkirane H, Crielaard JM, Wang F. Exploration des séquelles du nerf sus-scapulaire. *Ann Readap Med Phys* 2004;47:438.
- Forthomme B Ed. Rééducation raisonnée de l'épaule opérée et non opérée. 3ème édition. Paris, Frison-Roche, 2009.
- Forthomme B, Kaux JF, Crielaard JM, Croisier JL. Spécificités de la proprioception de l'épaule. In: Julia M, Hirt D, Perrey S, Barsi S, Dupuyron A, eds. La proprioception. Acquisitions en médecine physique et de réadaptation. Sauramps Medical, Montpellier, 2012, pp. 224-235.
- Dover GC, Kaminski TW, Meister K, Powers ME, Horodyski M. Assessment of shoulder proprioception in the female softball athlete. *Am J Sports Med* 2003;31:431-7.
- Brindle TJ, Nyland JA, Nitz AJ, Shapiro R. Scapulothoracic latent muscle reaction timing comparison between trained overhead throwers and untrained control subjects. *Scand J Med Sci Sports* 2007;17:252-9.
- Swanik KA, Lephart SM, Swanik CB, Lephart SP, Stone DA, Fu FH. The effects of shoulder plyometric training on proprioception and selected muscle performance characteristics. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:579-86.