Thèse d'exercice

Université de Limoges

Faculté de Médecine

Année 2024 Thèse N°7887

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

le 27 septembre 2024

Par Jules YONNEAU

Programmes de prévention des blessures de l'épaule au handball : une revue systématisée et méta-analyse

Thèse dirigée par le professeur Jean-Christophe DAVIET

Examinateurs :
M. Jean-Yves SALLE, PUPH, HAVAE, CHU Limoges, Président du jury
M. Jean-Christophe DAVIET, PUPH, HAVAE, CHU Limoges, Directeur de thèse
M. Maxence COMPAGNAT, MCUPH, HAVAE, CHU Limoges, Membre du jury
M. Guillaume GERBAUD, Médecin du sport, Polyclinique Limoges, Membre invité
Mme. Jennifer TEINTURIER, Médecin du sport, Polyclinique Limoges, Membre invité

Thèse d'exercice

Université de Limoges

Thèse pour le diplôme d'État de docteur en Médecine

Présentée et soutenue publiquement

Le 27 septembre 2024

Par Jules YONNEAU

Programmes de prévention des blessures de l'épaule au handball : une revue systématisée et méta-analyse

Thèse dirigée par le professeur Jean-Christophe DAVIET

Examinateurs :
M. Jean-Yves SALLE, PUPH, HAVAE, CHU Limoges, Président du jury
M. Jean-Christophe DAVIET, PUPH, HAVAE, CHU Limoges, Directeur de thèse
M. Maxence COMPAGNAT, MCUPH, HAVAE, CHU Limoges, Membre du jury
M. Guillaume GERBAUD, Médecin du sport, Polyclinique Limoges, Membre invité
Mme. Jennifer TEINTURIER, Médecin du sport, Polyclinique Limoges, Membre invité

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Le 29 mars 2024

Doyen de la Faculté

Monsieur le Professeur **Pierre-Yves ROBERT**

Assesseurs

Madame le Professeur **Marie-Cécile PLOY**

Monsieur le Professeur **Jacques MONTEIL**

Monsieur le Professeur **Laurent FOURCADE**

Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers

ABOYANS Victor	CARDIOLOGIE
ACHARD Jean-Michel	PHYSIOLOGIE
AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
ALAIN Sophie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
AUBRY Karine	O.R.L.
BALLOUHEY Quentin	CHIRURGIE INFANTILE
BERTIN Philippe	THERAPEUTIQUE
BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE
CAIRE François	NEUROCHIRURGIE
CHRISTOU Niki	CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE
CLAVERE Pierre	RADIOTHERAPIE
CLEMENT Jean-Pierre	PSYCHIATRIE D'ADULTES
COURATIER Philippe	NEUROLOGIE
DAVIET Jean-Christophe	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
DELUCHE Elise	CANCEROLOGIE
DESCAZEAUD Aurélien	UROLOGIE
DRUET-CABANAC Michel	MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL
DUCHESNE Mathilde	ANATOMIE et CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES

Licence CC BY-NC-ND 3.0

DURAND Karine	BIOLOGIE CELLULAIRE
DURAND-FONTANIER Sylvaine	ANATOMIE (CHIRURGIE DIGESTIVE)
FAUCHAIS Anne-Laure	MEDECINE INTERNE
FAUCHER Jean-François	MALADIES INFECTIEUSES
FAVREAU Frédéric	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
FEUILLARD Jean	HEMATOLOGIE
FOURCADE Laurent	CHIRURGIE INFANTILE
GAUTHIER Tristan	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
GUIGONIS Vincent	PEDIATRIE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
HOUETO Jean-Luc	NEUROLOGIE
JACCARD Arnaud	HEMATOLOGIE
JACQUES Jérémie	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
JAUBERTEAU-MARCHAN M. Odile	IMMUNOLOGIE
JESUS Pierre	NUTRITION
JOUAN Jérôme	CHIRURGIE THORACIQUE ET VASCULAIRE
LABROUSSE François	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
LACROIX Philippe	MEDECINE VASCULAIRE
LAROCHE Marie-Laure	PHARMACOLOGIE CLINIQUE
LOUSTAUD-RATTI Véronique	HEPATOLOGIE
LY Kim	MEDECINE INTERNE
MAGNE Julien	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
MAGY Laurent	NEUROLOGIE
MARCHEIX Pierre-Sylvain	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
MARQUET Pierre	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
MATHONNET Muriel	CHIRURGIE DIGESTIVE

Licence CC BY-NC-ND 3.0

MELLONI Boris	PNEUMOLOGIE
MOHTY Dania	CARDIOLOGIE
MONTEIL Jacques	BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE
MOUNAYER Charbel	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
OLLIAC Bertrand	PEDOPSYCHIATRIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
ROUCHAUD Aymeric	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
STURTZ Franck	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
TCHALLA Achille	GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES
TOURE Fatouma	NEPHROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
WOILLARD Jean-Baptiste	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE ET HISTOLOGIE
YERA Hélène	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Professeurs Associés des Universités à mi-temps des disciplines médicales

BRIE Joël	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE
KARAM Henri-Hani	MEDECINE D'URGENCE
MOREAU Stéphane	EPIDEMIOLOGIE CLINIQUE
VANDROUX David	ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION

Maitres de Conférences des Universités – Praticiens Hospitaliers

COMPAGNAT Maxence	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
COUVE-DEACON Elodie	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE CELLULAIRE
FAYE Pierre-Antoine	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
FREDON Fabien	ANATOMIE/CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
GEYL Sophie	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
LALOZE Jérôme	CHIRURGIE PLASTIQUE
LIA Anne-Sophie	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
MARGUERITTE François	GYNECOLOGIE OBSTETRIQUE
PASCAL Virginie	IMMUNOLOGIE
RIZZO David	HEMATOLOGIE
SALLE Henri	NEUROCHIRURGIE
SALLE Laurence	ENDOCRINOLOGIE
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE
TRICARD Jérémy	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIO-VASCULAIRE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie	ANGLAIS

Maitre de Conférences des Universités associé à mi-temps

BELONI Pascale	SCIENCES INFIRMIERES

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Professeur des Universités de Médecine Générale

DUMOITIER Nathalie	(Responsable du département de Médecine Générale)

Professeur associé des Universités à mi-temps de Médecine Générale

HOUDARD Gaëtan	(du 01-09-2019 au 31-08-2025)
LAUCHET Nadège	(du 01-09-2023 au 31-08-2026)

Maitres de Conférences associés à mi-temps de médecine générale

BAUDOT Pierre-Jean	(du 01-09-2023 au 31-08-2026)
BUREAU-YNIESTA Coralie	(du 01-09-2022 au 31-08-2025)
SEVE Léa	(du 01-09-2021 au 31-08-2024)

Professeurs Emérites

ALDIGIER Jean-Claude	du 01-09-2023 au 31-08-2024
LACROIX Philippe	du 01-09-2024 au 31-08-2026
MABIT Christian	du 01-09-2022 au 31-08-2024
MOREAU Jean-Jacques	du 01-09-2019 au 31-08-2024
NATHAN-DENIZOT Nathalie	du 01-09-2022 au 31-08-2024
TREVES Richard	du 01-09-2023 au 31-08-2024
VALLAT Jean-Michel	du 01-09-2023 au 31.08.2025
VIROT Patrice	du 01-09-2023 au 31-08-2024

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Le 1e mai 2024

Assistants Hospitaliers Universitaires

ABDALLAH Sahar	ANESTHESIE REANIMATION
BOYER Claire	NEUROLOGIE
CHAZELAS Pauline	BIOCHIMIE
CUSSINET Lucie	ORL
FERRERO Pierre-Alexandre	CHIRURGIE GENERALE
FRAY Camille	PEDIATRIE
GRIFFEUILLE Pauline	IPR
HERAULT Etienne	PARASITOLOGIE
JADEAU Cassandra	HEMATOLOGIE BIOLOGIE
KHAYATI Yasmine	HEMATOLOGIE
LAIDET Clémence	ANESTHESIOLOGIE REANIMATION
MEYER Sylvain	BACTERIOLOGIE VIROLOGIE HYGIENE
PERANI Alexandre	GENETIQUE
PLATEKER Olivier	ANESTHESIE REANIMATION
SERVASIER Lisa	CHIRURGIE OPTHOPEDIQUE

Chefs de Clinique – Assistants des Hôpitaux

ABDELKAFI Ezedin	CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE
AGUADO Benoît	PNEUMOLOGIE
ANNERAUD Alicia	HEPATOLOGIE GASTROENTEROLOGIE
AUBOIROUX Marie	HEMATOLOGIE TRANSFUSION
BAUDOUIN Maxime	RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE
BEAUJOUAN Florent	CHIRURGIE UROLOGIQUE
BERENGER Adeline	PEDIATRIE

Licence CC BY-NC-ND 3.0

BLANCHET Aloïse	MEDECINE D'URGENCE
BONILLA Anthony	PSYCHIATRIE
BOUTALEB Amine Mamoun	CARDIOLOGIE
BURGUIERE Loïc	SOINS PALLIATIFS
CAILLARD Pauline	NEPHROLOGIE
CATANASE Alexandre	PEDOPSYCHIATRIE
CHASTAINGT Lucie	MEDECINE VASCULAIRE
CHROSCIANY Sacha	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
COLLIN Rémi	HEPATO GASTRO ENTEROLOGIE
COUMES-SALOMON Camille	PNEUMOLOGIE ALLERGOLOGIE
DELPY Teddy	NEUROLOGIE
DU FAYET DE LA TOUR Anaïs	MEDECINE LEGALE
FESTOU Benjamin	MALADIES INFECTIEUSES ET TROPICALES
FRACHET Simon	NEUROLOGIE
GADON Emma	RHUMATOLOGIE
GEROME Raphaël	ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES
GOURGUE Maxime	CHIRURGIE
LADRAT Céline	MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION
LAPLACE Benjamin	PSYCHIATRIE
LEMACON Camille	RHUMATOLOGIE
LOPEZ Jean-Guillaume	MEDECINE INTERNE
MACIA Antoine	CARDIOLOGIE
MEYNARD Alexandre	NEUROCHIRURGIE
MOI BERTOLO Emilie	DERMATOLOGIE
NASSER Yara	ENDOCRINOLOGIE
PAGES Esther	CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE

Licence CC BY-NC-ND 3.0

PARREAU Simon	MEDECINE INTERNE
ROCHER Maxime	OPHTALMOLOGIE
TALLIER Maïa	GERIATRIE
TRAN Gia Van	NEUROCHIRURGIE
VERNIER Thibault	NUTRITION

Chefs de Clinique – Médecine Générale

HERAULT Kévin

CITERNE Julien

VANDOOREN Maïté

Praticiens Hospitaliers Universitaires

DARBAS Tiffany	ONCOLOGIE MEDICALE
HARDY Jérémie	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
LAFON Thomas	MEDECINE D'URGENCE

Licence CC BY-NC-ND 3.0

« Le destin mêle les cartes, et nous jouons. »

Arthur Schopenhauer

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Remerciements

À mon président du jury, Monsieur le Professeur Jean-Yves Salle, *je vous remercie de me faire l'honneur de présider cette thèse. Merci de nous transmettre votre passion pour la médecine et l'art de la relation médecin-malade. Veuillez trouver ici le témoignage de mon profond respect.*

À mon directeur de thèse, Monsieur le Professeur Jean-Christophe Daviet*, je vous remercie pour votre accompagnement tout au long de ce travail et de l'ensemble de mon internat. Vous avez été à mes yeux un maître exemplaire, toujours prêt à partager votre savoir avec enthousiasme, tout en soulevant des questionnements agrémentés d'une touche d'humour. Pour cela, je vous en serai éternellement reconnaissant. Je vous donne rendez-vous le 10 novembre aux Sables-d'Olonne, pour notre revanche du Vendée Globe 2020.*

Au Docteur Maxence Compagnat*, je te remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse et pour ton expertise précieuse pour l'analyse statistique de ce travail. Merci de nous informer quotidiennement des dernières innovations en MPR. Je te souhaite une pleine réussite dans la poursuite de ta carrière et dans tes futurs projets.*

Au Docteur Jennifer Teinturier et au Docteur Guillaume Gerbaud*, je vous remercie sincèrement de m'avoir accueilli parmi vous durant ce stage de FST. Mon désir d'apprendre dans le domaine de la médecine du sport n'aurait pu être mieux comblé que par la rencontre de deux médecins aussi passionnés que vous deux. Ce fut intellectuellement enrichissant de discuter des patients avec la même philosophie de raisonnement inculquée par nos professeurs du CHU. Je vous remercie infiniment pour tout ce que vous m'avez transmis au cours de ce stage et j'espère que nous garderons contact à l'avenir.*

Au Docteur Marie-Martine Lefèvre-Colau, *je te remercie de m'avoir accompagné tout au long de ce travail et d'avoir apporté ton expertise sur l'épaule. Il m'est rarement arrivé de rencontrer une médecin aussi passionnée par cette articulation, et il semblerait que j'aie moi aussi développé cette passion.*

Licence CC BY-NC-ND 3.0

À mes rencontres professionnelles,

Au service de MPR du CHU de Limoges,

Au Docteur Charlotte Verdier, *nous n'avons malheureusement pas eu l'occasion de travailler ensemble, mais je tiens à te remercier pour la joie de vivre et la gentillesse que tu nous apportes au quotidien.*

Au Docteur Romain Joste, *je te remercie d'avoir accueilli à bras ouverts le petit néo-interne « parisien » sans repère. Tu as été un pilier essentiel durant tout mon internat et je n'oublierai pas les séances de bodyattack numéro 100, ainsi que tous les petits cadeaux que tu nous as offerts.*

Au Docteur Jérémie Bordes, *tu as été l'une des raisons de ma venue à Limoges pour l'internat. Il est certain que je n'ai pas été déçu, mais difficile d'imaginer un tel personnage. En effet, ta spontanéité et ton hyperactivité ont largement pimenté les consultations à tes côtés. Je te remercie profondément de m'avoir transmis ta passion et tes compétences échographiques. « Allô Robert ?? ».*

À toutes les infirmières, secrétaires, aides-soignantes, kinésithérapeutes, ergothérapeutes, APA, orthophonistes, neuropsychologues, assistantes sociales, brancardiers, merci pour votre soutien et votre bonne humeur quotidienne à Rebeyrol.

À toute l'équipe du CRRF de Noth, *je vous remercie pour cette mise au vert et d'avoir éveillé en moi cette passion pour le dépistage de l'ostéoporose. Ce fut un réel plaisir de travailler à vos côtés durant ce semestre, et je me réjouis à l'idée de travailler de nouveau avec vous dès novembre.*

À toute l'équipe MPR de Cochin, *je vous remercie de m'avoir transmis votre amour pour le rachis, en particulier pour les hiatus et les douloureux chroniques.* ***À mes co-internes Émilie, Joanne, Yasmine, Arnaud, Charles et Kenny****, les débriefings des anecdotes du Pr Rannou me manquent.*

À toute l'équipe de neurologie du CH de Brive ainsi que mes co-internes Héloïse et Émilie, *je garderai un souvenir enjoué de ce stage qui se sera déroulé dans une ambiance joviale et bienveillante. Je garderai également 5 kilos en trop à cause d'« encore un matin » avec des madeleines Golfier au petit-déjeuner.*

À toute l'équipe de rhumatologie du CHU ainsi que Camille, Emma, Justine ou Julie on ne sait plus, GG, Thibaud et François, *merci pour la formidable ambiance de travail et les moments de rigolade qui ont rendu ce stage aussi enrichissant qu'agréable. #packfibro*

À toute l'équipe d'orthopédie et mes co-internes Raphaëlle, Cynthia, Gauthier, Jack, Adam, Tom, Ernest et Guillaume, *merci d'avoir partagé avec moi votre amour pour « pan pan », les guilis et vos innombrables bêbêtes.*

Licence CC BY-NC-ND 3.0

À mes co-internes de MPR,

*À **Sonia**, la force tranquille, et **Mathilde C**, madame bons plans, je ne vous remercierai jamais assez de m'avoir convaincu de venir faire mon internat à Limoges, ce furent quatre années épanouissantes tant sur le plan professionnel que personnel. Merci à **Céline,** meilleure ambianceuse du Limousin, à **Marine** d'avoir été ma coéquipière d'internat, à **Abetare** pour cet agréable premier semestre partagé ensemble, à **Tarek** pour tes étourderies plus mythiques les unes que les autres #DU, à **Maylis,** merci pour tes potins ayant rythmé nos déjeuners, à **Charlotte** mon acolyte de relation à distance et à **Lisa** pour pirouette-cacahuète. A **Mathilde B, Sandra, Alix et Guillaume,** nos chemins se sont peu croisés pour le moment mais j'espère apprendre à vous connaître lors de futurs semestres.*

À mes amis,

***Aux quatre mousquetaires, Barth, Louis et Thomas** quelle montagne de souvenirs depuis le lycée avec vous. De la Loire à vélo et notre traversée du camp de gitans à la nuit tombée, qui m'a permis d'établir ma meilleure pointe de vitesse enregistrée à ce jour. A notre périple Paris-Budapest en stop et notre nuit en hamac suspendus entre deux pontons à Meersburg, ou encore notre roadtrip kitesurf en van à travers l'Europe et notre session coucher du soleil au pied d'une forteresse sur le lago di Bolsena. Ses aventures sont à l'image de notre amitié, à la fois drôles, folles, imprévisibles, et inarrêtables. Merci d'être là.*

***Au grüpe ([gʁyp]),** cette bande de copains de l'externat à la vie à la mort.*

*À **Alexandre,** merci de nous faire rire avec ta fameuse danse chaloupée, notre premier château perché restera à jamais dans les annales. À **Blandine,** merci de m'avoir initié à la rupture du LCA dès la PACES. Ps : j'ai lu récemment que ce n'était pas conseillé de sauter une poubelle dans l'heure après le traumatisme. À **Camille D** et notre magnifique concours de touristes à la descente du temple bouddhiste de Ella**.** À **Camille T,** de l'école primaire à la MPR, on aura réussi le all-in de l'amitié ensemble. À **Cassandre,** toujours attentionnée, merci d'être la mama du grüpe. À **Clara,** merci pour nos centaines de réunions post-soirée au sujet de tu-sais-qui #meilleureentremetteuse. À **Didine du 78,** merci d'avoir été une amie dévouée toujours au soutien durant toutes ses années. À **Félicie « in my mind »,** nos moments de confidences me manquent, et tu occuperas toujours une place particulière pour moi. À **God** et notre soirée commando avec une demi-pastèque sur la tête en guise de casque et un autre morceau en guise de talkie-walkie à simuler pendant 2h une « extraction de milieu hostile ». À **Jérémy,** merci pour ta sublime reprise de Macklemore, à quand les NRJ Music Awards ? À **Lise**, ta joie de vivre nous manque, il va falloir penser à revenir de ton île. À **Magan**, le Louis de Funès de la bande, merci de nous faire autant rire #pincepouceindexsurleboutdunez. À **Marianne**, pas merci pour tes goûts musicaux hormis un, dos, tres, la pantera. À **Maxime,** rappelle-moi de ne plus jamais faire un concours d'apnée avec toi #syncope. À **Nima,** merci d'avoir sacrifié ton klaxon lors de la célébration de la coupe du monde 2018. À **Sarah,** pour toutes les fois où l'on a refait le monde ensemble. À **Shadi,** merci pour ton éternel optimisme. À **Thomas,** mon compagnon de route le plus fidèle, je pense que c'est le moment de te dire à quel point tu comptes énormément pour moi. À **Valentin** et au pirate qui sommeille en toi #Tortuga. À **Victoire,** merci pour ton rire mythique si communicatif.*

Licence CC BY-NC-ND 3.0

À la colocation RCP, *ma famille d'adoption limougeaude.*

À ***Bertille,*** *je sais que le soleil te manque à Limoges mais ce n'est pas une raison pour mettre l'intégralité de ta force sur le frein avant de ton vélo dans les descentes. À* ***Beuchard,*** *j'avais misé 100M sur toi lors du mercato estival pour le poste de jardinier ; j'ai eu en retour 0 radis, 0 tomate et un suicide du plant de basilic. Merci tout de même pour ton humour et tes punchlines de grande qualité. À* ***Chenard****, je t'apprécie autant qu'une de tes balles finissant délicatement sa course dans le bunker du trou n°7. À* ***Ismaël,*** *toujours présent dans le canapé pour essayer de battre ton record au tour de Monza en 1 minute 35 secondes et 8 millièmes mais surtout toujours présent pour prendre soin de tes amis. Merci d'avoir été à mes côtés pour ces derniers week-ends de thèse. À* ***Lina,*** *merci pour toutes les sensations fortes et shoots d'adrénaline engendrés par ta conduite « à la marocaine ». À* ***Milan,*** *merci pour ton enthousiasme inépuisable à la réalisation d'activités en tout genre et à notre potentiel bêtise une fois la nuit tombée. À* ***Pauline,*** *tel le yin et le yang, nous n'avions absolument aucun point commun et pourtant, nous avons construit une surprenante complicité. Heureusement pour moi, tu es équipé d'un spleenomètre dernière génération capable de détecter mes moindres coups de mou. Je te remercie d'avoir toujours pris soin de moi, je t'adore. À* ***Safia,*** *désolé pour tes chaussettes mouillées. À* ***Tabata,*** *ne pas te réveiller en heures profondes restera le plus gros regret de mon internat. À* ***Thibault,*** *merci d'être là pour améliorer mes statistiques de victoire sur FIFA <3. À* ***Yeleen*** *merci pour ce trek au milieu du Sancy et cette magnifique expérience immersive de l'hypothermie.*

Merci à la ***team mardi*** *pour toutes ces soirées inoubliables :* ***Alexia, Anthogab, Arthur, Constance, Cossalter, Imane, Julie M*** *(sans chaussette)****, Julie P, Marco, Myriam, Oumar, Paul, Pierre*** *(sans fibula)****, Théo et Claire*** *(plutôt team samedi).*

À ma famille,

À mes tantes, oncles et cousins, *bien que les occasions de nous retrouver soient trop rares, chaque instant partagé avec vous est toujours chaleureux et précieux.*

À mamie Hélène et papi Jean, À mamie Françoise et papi Roger, *difficile de résumer en quelques phrases ce que je ressens pour vous, tellement vous êtes importants à mes yeux. Vous êtes depuis mon plus jeune âge des idoles précieuses et irremplaçables. Je vous remercie pour tous ces étés à La Tremblade et tous ces mercredis à Porchefontaine passés à vos côtés. Ses moments peuvent avoir l'air ordinaire de prime abord, mais ils ont pour moi une valeur inestimable.*

À mes frères et ma sœur, *je n'aurais jamais pu rêver d'une meilleure fratrie. Ces innombrables moments de la vie de tous les jours, comme disparaître aux toilettes pour ne pas débarrasser la table, compter le nombre de Mini Cooper lors des trajets en voiture, se supplier mutuellement d'arrêter de pleurer après un coup mal placé pour éviter de prendre une soufflante des parents ou encore nos au revoir signatures nous unissent à jamais. Merci* ***Matthis*** *pour ton humour et ta répartie toujours bien placée. Merci* ***Gustave*** *de partager ensemble notre amour pour le sport ; n'oublie pas que si tu joues aussi bien au tennis, c'est avant tout grâce à tes frères. À* ***Jeanne,*** *ma petite sœur chérie, tu es sans aucun doute la plus brillante de nous tous et dans tous les sens du terme. Merci d'avoir apporté à ce monde de brutes autant d'amour et de douceur.*

Licence CC BY-NC-ND 3.0

À vous, Papa et Maman, *merci de m'avoir transmis cette passion pour la médecine, dans laquelle je suis aujourd'hui épanoui. Merci de m'avoir aidé à gravir chaque épreuve que j'ai pu rencontrer. Merci de m'avoir appris à apprécier les plaisirs simples de la vie. Enfin, merci pour tout l'amour que vous m'apportez. Je vous aime.*

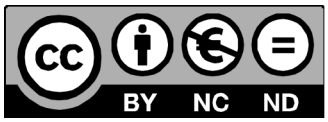
À mon Anne-So, *merci d'exister. Tu es la femme la plus incroyable que je connaisse et je me rends compte de la chance que j'ai chaque jour. Peu de personnes auraient parié sur nous face aux turbulences d'un internat à distance, mais nous avons su rester au-dessus des nuages. Hâte de retrouver bientôt notre vie sereine côte à côte, j'espère pour toujours.*

Boudani.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Droits d’auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :
« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »
disponible en ligne : *http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/*



Licence CC BY-NC-ND 3.0

Liste des abréviations

FFH: Fédération Française de Handball

CIO: Comité International Olympique

JO: Jeux Olympiques

OSTRC-O: questionnaire des blessures de surutilisation de *l'Oslo Sports Trauma Research Center*

GIRD: *Glenohumeral Internal Rotation Deficit*, réduction rotation interne gléno-humérale

LGHI: Ligament gléno-huméral inférieur

SLAP: *Superior Labral Antero-Posterior Lesion*, lésion labrale supérieure antéro-postérieure

ROM: *Range of motion*, amplitude de mouvement

RE: Rotation externe

RI: Rotation interne

OR: Odds ratio

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Table des matières

I. Introduction....24
I.1. Généralités sur le handball....24
I.1.1. L'histoire du handball....24
I.1.1.1. Les prémices....24
I.1.1.2. L'essor....24
I.1.1.3. Le développement du handball en France....25
I.1.2. La pratique du handball dans le monde et en France aujourd'hui....25
I.2. Définitions et classification épidémiologique des blessures d'après le CIO....27
I.2.1. Nouvelle blessure....27
I.2.2. Mode d'apparition....27
I.2.3. Mécanisme de la blessure....28
I.2.4. Sévérité de la blessure....28
I.3. Données épidémiologiques des blessures au handball....29
I.3.1. Comparaison aux autres sports....29
I.3.1.1. En France....29
I.3.1.2. Aux Jeux Olympiques....29
I.3.2. Incidence des blessures au handball....30
I.3.3. Localisation des blessures....31
I.3.4. Type de pathologie des blessures....32
I.3.5. Sévérité des blessures....33
I.3.6. Données épidémiologiques des blessures de l'épaule....33
I.4. La spécificité des blessures de l'épaule au handball....35
I.4.1. Anatomie de l'épaule....35
I.4.1.1. Os et articulations....35
I.4.1.2. Appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation scapulo-humérale....35
I.4.1.3. Muscles de l'épaule....36
I.4.1.3.1. Région antérieure....37
I.4.1.3.2. Région postérieure....38
I.4.1.3.3. Muscles de la coiffe des rotateurs....39
I.4.1.4. Anatomie fonctionnelle de l'épaule : stabilité musculaire de l'épaule....39
I.4.2. Biomécanique du lancer....40
I.4.2.1. Chaîne cinétique du lancer....41
I.4.2.2. Adaptation de l'épaule du lanceur....41
I.4.2.3. Pathomécanique du lancer....42
I.4.3. Facteurs de risque de blessure de surutilisation au handball....44
I.5. La prévention des blessures dans le sport....45
II. Article: Shoulder injuries prevention programs in handball: a systematic review and meta-analysis....46
II.1. Introduction....46
II.2. Materials and Methods....47
II.2.1. Study reporting....47
II.2.2. Search strategy....47
II.2.3. Inclusion criteria....47
II.2.4. Exclusion criteria....48
II.2.5. Selection Method....48

Licence CC BY-NC-ND 3.0

II.2.6. Risk of bias 48
II.2.7. Synthesis of results 48
II.2.8. Meta-analysis 48
II.3. Results 48
II.3.1. Literature search 48
II.3.2. Study characteristics 49
II.3.3. Patient population 50
II.3.4. Risk of bias 51
II.3.5. Prevention program (Annex 1, 2, 3, 4, 5) 51
II.3.6. Outcomes 54
II.3.7. Meta-analysis 54
II.3.8. Compliance with prevention program 55
II.3.9. Response rate 55
II.4. Discussion 55
II.5. Conclusion 58
II.6. Bibliography 59
Références bibliographiques de l'introduction 74
Annexes 78
Serment d'Hippocrate 82

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Table des illustrations

Figure 1: Images d'archives du journal "Handball" 1949-1950 25
Figure 2: Évolution du nombre de licences délivrées par la FFH de 2007 à 2024 Source : Statista 2024 26
Figure 3: Modèle de distribution des blessures selon leurs conséquences adapté par Clarsen et Bahr. 27
Figure 4: Taux de blessures par discipline chez l'ensemble des pratiquants âgés de 15 ou plus résidants en France 29
Figure 5: Les os et articulations de l'épaule, vue antérieure 35
Figure 6: Appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation scapulo-humérale, vue postéro-latérale 36
Figure 7: Appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation scapulo-humérale selon Netter, vue antérieure 36
Figure 8: Muscles de la région antérieure de l'épaule selon Netter, vue antérieure 37
Figure 9: Muscles de la région postérieure de l'épaule selon Netter, vue postérieure 38
Figure 10: Muscles de la coiffe des rotateurs selon Netter 39
Figure 11: Les muscles coapteurs transversaux selon Kapandji 40
Figure 12: Les muscles coapteurs longitudinaux selon Kapandji 40
Figure 13: Décomposition des différentes phases du lancer au handball (29) 40
Figure 14: Modèle du hamac du LGHI en rotation externe puis interne selon O'Brien 41
Figure 15: Déplacement postéro-supérieur de point de rotation de l'humérus selon Burkhart 42
Figure 16: Schéma et IRM de conflit interne postéro-supérieur selon Walch 42
Figure 17: Mécanisme de peel-back selon Burkhart 43

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Table des tableaux

Tableau 1: Sévérité des blessures en fonction du nombre de jours d'indisponibilité 28
Tableau 2: Incidence des blessures au handball 30
Tableau 3: Répartition des blessures aiguës selon la localisation (%) 31
Tableau 4: Répartition des blessures de surutilisation selon la localisation (%) 31
Tableau 5: Répartition des blessures aiguës selon le type de pathologie (%) 32
Tableau 6: Répartition des blessures de surutilisation selon le type de pathologie (%) 32
Tableau 7 : Répartition des blessures selon la sévérité (%) 33
Tableau 8: Données épidémiologiques des blessures de l'épaule 34
Tableau 9: Muscles de la région antérieure de l'épaule (27) 37
Tableau 10: Muscles de la région postérieure de l'épaule (27) 38
Tableau 11: Muscles de la coiffe des rotateurs de l'épaule (27) 39

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I. Introduction

I.1. Généralités sur le handball

I.1.1. L'histoire du handball

I.1.1.1. Les prémices

Bien que l'on puisse trouver des sports de lancer de balle à la main pendant la période de l'Antiquité, notamment lors des jeux grecs ou romains, le handball moderne s'est véritablement développé à la fin du XIXème siècle. En effet, le handball que nous connaissons de nos jours est le fruit de l'évolution de plusieurs sports inventés par des professeurs de gymnastiques du Danemark et d'Allemagne (1).

Holger Nielsen, professeur de gymnastique danois, est reconnu comme étant un des précurseurs du handball après avoir développé en 1898 le « Haandbold ». Initialement créé pour les femmes en complément du football, il est devenu un sport de compétition dédié aux hommes. Le « Haandbold » se joue à 7 joueuses avec un ballon de football, sur un terrain rectangulaire de 45 mètres de long et 30 mètres de large avec des buts de 2 mètres sur 3 mètres. Une règle de défense stipulait que si un attaquant venait à être touché à trois reprises sur l'épaule, celui-ci devait alors immédiatement jeter la balle à la verticale.

Konrad Koch, grand participant de la démocratisation du football en Allemagne, créa également le « Raffball » dans les années 1890 qui eut peu de succès à l'époque. Ce sport inspiré du football se jouait à 11 joueurs avec un ballon de football dont le but était de lancer le ballon à la main dans des buts de football.

Par la suite, de nombreuses variantes du handball ont été décrites dans d'autres pays comme le « Handboll » développé en Suède par Wallström, le « Courtball » en Amérique par l'irlandais Casey et le « Hazena » en Tchécoslovaquie.

I.1.1.2. L'essor

D'après le Comité International Olympique (CIO), le handball s'est véritablement développé lors de la Première Guerre mondiale grâce à l'allemand Max Heiser. En effet, en tant que directeur des sports de Berlin, il souhaitait inventer un sport pour les femmes moins violent que le football. L'objectif était de marquer le plus de buts en deux mi-temps de 20 minutes. Les joueuses ne pouvaient garder le ballon plus de 5 secondes et la joueuse en possession du ballon ne pouvait pas courir. Heiser insistait sur l'absence de contact corporel. Ainsi, il testa ce sport chez les femmes employées dans l'entreprise Siemens à Berlin durant la guerre. Puis il soumit ses règles en collaboration avec Karl Schelenz au conseil des sports féminins à Berlin en 1917 avec pour la première fois l'usage du mot « Handball ».

Karl Schelenz, conférencier à l'université des sports de Berlin, chercha à développer ce sport chez les hommes et à en faire la promotion en Allemagne. Pour cela, il réalisa de nombreux essais avec ses propres élèves aboutissant à plusieurs modifications des règles publiées en 1920 : agrandissement du terrain (110 m x 60 m) et des buts (11 m de large), maintien de la règle du hors-jeu du football, possibilité de courir avec le ballon trois mètres mais nécessité de réaliser un dribble ensuite.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Le handball rencontra un tel succès qu'en 1920, le directeur de l'université d'éducation physique de Berlin intégra le handball dans le programme, preuve de la reconnaissance officielle de ce sport.

Quelques années plus tard en 1928, naîtra la fédération internationale de handball amateur (IAHF) et les premières compétitions internationales comme les Jeux Olympiques de Berlin en 1936 en tant que sport de démonstration, puis les championnats du monde en 1938 en Allemagne. Le handball ne fera sa véritable entrée aux Jeux Olympiques qu'en 1972 pour les hommes et 1976 pour les femmes (2).

I.1.1.3. Le développement du handball en France

Le succès du handball en Allemagne s'est naturellement importé en Alsace et Lorraine dans les années 1930 mais est alors très peu pratiqué en France. Pendant la Seconde Guerre mondiale, le handball se développa sous l'impulsion du régime de Vichy qui rendit le handball obligatoire à l'école et créa la fédération française de handball (FFH) en 1941(3).

Initialement, le handball à 11 joueurs rencontra plus de succès que sa forme à 7 joueurs comme le montre ces images d'archives du journal « Handball » en 1949-1950 (Figure 1).

SHOT DE SIRIEX (V.S.). — Admirez la puissance du shot du plus petit gabarit villemonblois. Bonnes tenues et poussée du ballon. Toutefois, le shot aurait encore plus de puissance, si le pied d'appui était encore au sol. De gauche à droite : Chastagner (V.S.), Litt (A.S.P.P.), Taillefer (A.S. P.P.), Gaonach (A.S.P.P.), Siriex (V.S.), Etienne (A.S.P.P.), Sannier (V.S.), Ladrière (A.S.P.P.).

Figure 1: Images d'archives du journal "Handball" 1949-1950

A partir des années 1950, le handball à 7 commença à rencontrer un franc succès en France de par sa possibilité de jouer en intérieur l'hiver, l'application facile au système scolaire et surtout sa spectacularité, soulignée par le président de la FFH M. Petit-Montgobert en 1947. Il encouragea le développement de la version à 7 joueurs après avoir assisté à une journée d'exhibition : « Ce fut un match de toute beauté, qui se déroula à un rythme endiablé, les attaques, shoots éclairs et contre-attaques se succédant sans interruption. […] Nous devons étudier dès à présent l'organisation de championnats d'automne et de printemps à 11, sur les stades et coupés, de décembre à février, de compétition à 7 en salle ». Il s'en est suivi une croissance constante de popularité auprès des Français jusqu'à aujourd'hui où le handball à 7 est un des sports collectifs suscitant le plus d'intérêt.

I.1.2. La pratique du handball dans le monde et en France aujourd'hui

Le handball est l'un des sports les plus populaires au monde avec 28 millions de licenciés recensés en 2018 par Olympics.org. Parmi l'ensemble des pays d'Europe, la France est le 2ème pays rassemblant le plus de licenciés derrière l'Allemagne selon l'International Handball Fédération.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Le ministère français des sports a dévoilé le classement des fédérations sportives en nombre de licenciés : la FFH se classe 6ème avec 554 000 licenciés en 2022. Après une légère décroissance des licenciés en France entre 2018 et 2021, on constate une nouvelle augmentation du nombre de licenciés pour la saison 2023-2024 avec un chiffre records de 591 324 licenciés. L'année 2020-2021 avec un nombre de licenciés en net recul correspond à la période COVID 19 (Figure 2).

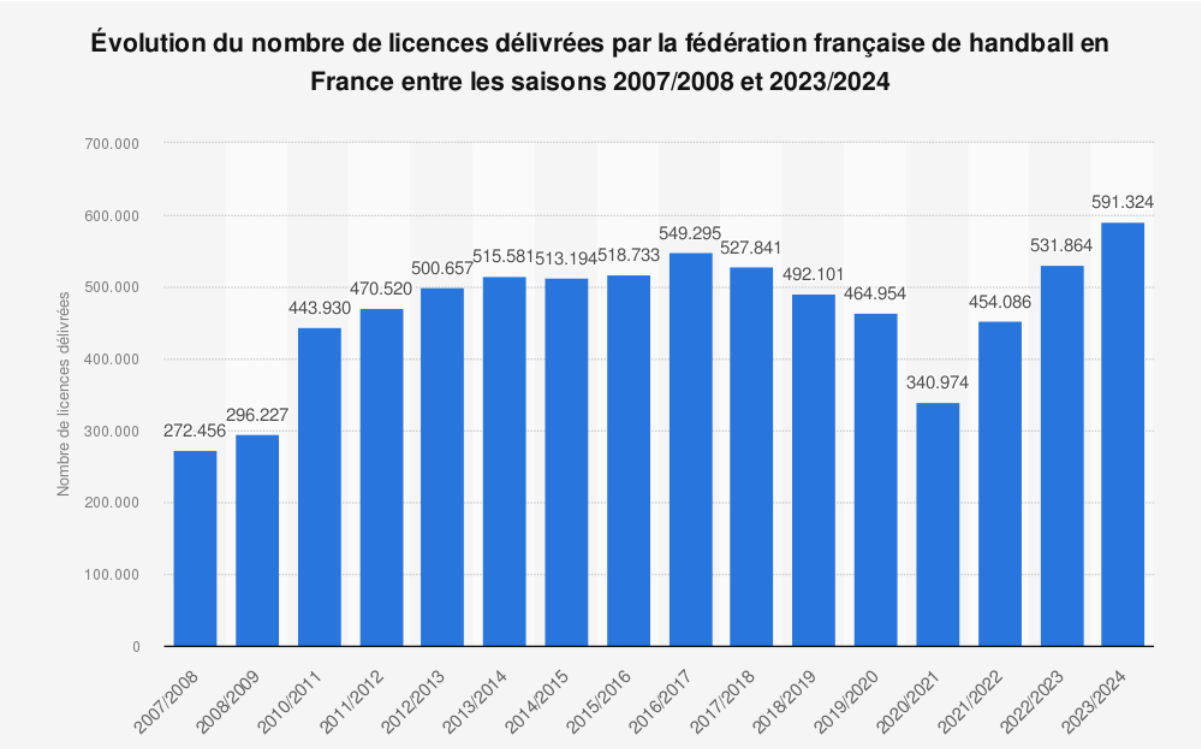


Figure 2: Évolution du nombre de licences délivrées par la FFH de 2007 à 2024
Source : Statista 2024

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.2. Définitions et classification épidémiologique des blessures d'après le CIO

Dans le but de phénotyper au mieux les différents types de blessures rencontrées, le CIO a réuni un groupe d'experts et publié de nouvelles recommandations en 2020 avec la checklist STROBE-SIIS : Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology - Sport Injury and Illness Surveillance (4).

I.2.1. Nouvelle blessure

Une nouvelle blessure est définie comme l'apparition de toute « lésion tissulaire ou autre altération de la fonction physique normale dues à la pratique d'un sport, résultant d'un transfert rapide ou répétitif d'énergie cinétique » (4).

Selon l'objectif des études épidémiologiques, le terme « blessure » peut englober différentes entités selon les conséquences provoquées par cette blessure. Trois niveaux de conséquences ont été décrits : une plainte, une attention médicale et une indisponibilité de prendre part à un entraînement ou une compétition (Figure 3). Il sera plus facile de recueillir les blessures à partir d'une indisponibilité car moins fastidieux et moins subjectif qu'une simple plainte. Mais malheureusement, les données obtenues seront légèrement décalées de la réalité par omission de l'ensemble des blessures n'engendrant pas d'indisponibilité, mais pouvant quand même avoir des conséquences sur la performance du joueur par exemple.

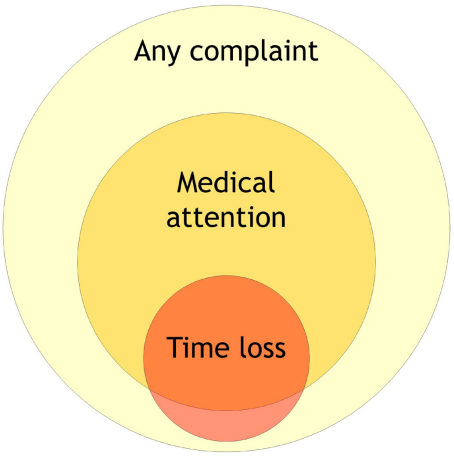


Figure 3: Modèle de distribution des blessures selon leurs conséquences adapté par Clarsen et Bahr.

I.2.2. Mode d'apparition

Le mode d'apparition doit être défini par le mécanisme physiopathologique (aigu ou répétitif) et la temporalité de la blessure (brutale ou progressive) menant à trois différents types de blessures.

- Un mécanisme physiopathologique aigu et une temporalité brutale comme par exemple une entorse de cheville ou une luxation d'épaule.
- Un mécanisme physiopathologique répétitif et une temporalité brutale comme une fracture de fatigue.
- Un mécanisme physiopathologique répétitif et une temporalité progressive communément appelée blessure de « surutilisation » dans la littérature comme la tendinopathie rotulienne du joueur de volley-ball.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.2.3. Mécanisme de la blessure

Le mécanisme peut être *avec ou sans contact,* défini par la non-perturbation du mouvement du joueur ; le *contact est direct ou indirect* et soit avec un autre joueur soit un objet. Dans le cas des contact indirects, la blessure ne se situe pas à l'endroit du contact mais celui-ci est responsable d'une blessure sur une autre localisation.

I.2.4. Sévérité de la blessure

La sévérité des blessures est définie en fonction du nombre de jours d'indisponibilité. Le nombre de jours d'indisponibilité doit être compté à partir du jour suivant le début de l'incapacité de l'athlète à participer à un entraînement ou une compétition (J1), jusqu'au jour précédant celui où l'athlète est entièrement disponible pour une reprise.

Sévérité de la blessure	Nombre de jours d'indisponibilité
Mineure	0 jour
Légère	1 à 7 jours
Modérée	8 à 28 jours
Sévère	> 28 jours

Tableau 1: Sévérité des blessures en fonction du nombre de jours d'indisponibilité

La checklist STROBE-SIIS a défini une liste des localisations (Annexe 1) et des catégories (annexe 2) de blessure que nous n'avons pas développées ici, mais disponibles en annexe.

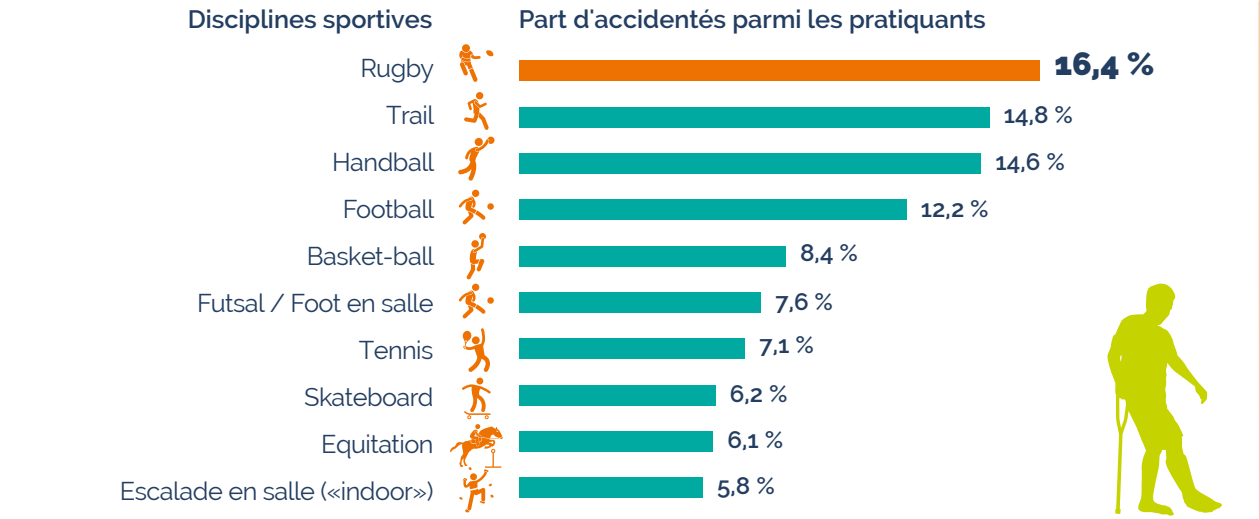
Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.3. Données épidémiologiques des blessures au handball

I.3.1. Comparaison aux autres sports

I.3.1.1. En France

Comme le montre l'enquête nationale sur les pratiques physiques et sportives réalisée en 2020 par le ministère des sports, le handball est pourvoyeur de nombreuses blessures. En effet, 14,6% des pratiquants de handball de 15 ans et plus résidants en France déclarent avoir subi une blessure dans les 12 derniers mois. Le handball est donc le 3ème sport responsable du plus grand nombre de blessures derrière le rugby et le trail en France (Figure 3).



Source : INJEP, MSJOP, Enquête nationale sur les pratiques physiques et sportives, 2020.

Figure 4: Taux de blessures par discipline chez l'ensemble des pratiquants âgés de 15 ou plus résidants en France

I.3.1.2. Aux Jeux Olympiques

Dans un souci de protection de la santé des athlètes et de prévention des blessures, le CIO a mis en place un système de surveillance des blessures à partir des Jeux Olympiques de Pékin 2008. Cette initiative a permis de réaliser des études épidémiologiques d'incidence avec de grands échantillons (> 10 000 joueurs) chez les athlètes de haut niveau. Nous allons développer les données intéressantes concernant le handball pour chaque olympiade.

Lors des Jeux Olympiques de Pékin en 2008, 58 blessures ont été répertoriées parmi les 334 joueurs de handball, dont plus de la moitié suite à un contact avec un autre athlète. Avec une incidence de 17.4%, le handball est le 4ème sport le plus à risque de blessure derrière le football (31.5%), le taekwondo (27%) et le hockey sur gazon (20.4%). La plupart de ces blessures engendraient une perte de temps de jeu (13.4%) et survenaient majoritairement lors des matchs (92.6%) contrairement aux entraînements (7.4%) (5).

Pour les Jeux Olympiques de Londres en 2012, l'incidence était en augmentation (21.8%) et toujours le 4ème sport engendrant le plus de blessures derrière le taekwondo (39.1%), le football (35.2%) et le BMX (31.3%). En revanche, le handball était le 2ème sport le plus pourvoyeur de perte de temps de jeu retrouvé chez 4.6% des athlètes jouant au handball derrière le taekwondo (5.5%). Comme retrouvé précédemment, 75.3% des blessures avaient lieu pendant la compétition et 24.7% pendant l'entraînement (6).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

En revanche lors des Jeux Olympiques de Rio en 2016, le handball a été le 7ème sport le plus générateur de blessure avec une incidence de 15% derrière le BMX, la boxe, le cyclisme, le taekwondo, le waterpolo et le football. Il a été constaté une nette diminution de la proportion de joueurs présentant une perte de temps de jeu due à la blessure par rapport aux JO de Londres avec seulement 3% des athlètes (10ème sport avec le plus de perte de temps de jeu) (7).

Aux Jeux Olympiques de Tokyo en 2020, le handball avait la 6ème incidence de blessure la plus élevée avec 17.8% derrière la boxe, le BMX (course et freestyle), le skateboard et le karaté ; sa place dans le classement n'est pas due à la diminution de l'incidence mais plutôt à l'introduction de nouveaux sports olympiques (8).

L'ensemble de ces données montre que le handball, sport de contact intense comprenant des sprints, des sauts et des changements de direction, est à haut potentiel de blessure que nous allons explorer à présent.

I.3.2. Incidence des blessures au handball

Études	Population étudiée	Définition de blessure	Incidence des blessures
Seil et al (1998) (9)	186 hommes en ligue amateur allemande	Indisponibilité	- Match : 14.3 / 1000h - Entraînement : 0.6 / 1000h - Saison : 0.49 par joueur
Bere et al (2015) (10)	325 hommes participants au championnat du monde 2015	Attention médicale	- Match : 104.5 / 1000h
Giroto et al (2015) (11)	339 femmes ou hommes dans ligues professionnelles brésiliennes	Indisponibilité	- Match : 20.3 / 1000 matchs - Entraînement : 3.7 / 1000h
Rafnsson et al (2017) (12)	109 hommes dans ligues professionnelles islandaises	Indisponibilité	Blessures aiguës : - Match : 15.0 / 1000h - Entraînement : 1.1 / 1000h
Tabben et al (2018) (13)	387 hommes participants au championnat du monde 2017	Attention médicale	- Match : 82.1 / 1000h
Mashimo et al (2021) (14)	1017 femmes et hommes dans championnat national universitaire japonais 2018	Indisponibilité	Saison : 0.59 par joueur

Tableau 2: Incidence des blessures au handball

L'incidence de l'ensemble des blessures au handball est donc comprise entre 14.3 et 104.5 blessures pour 1000 heures de match, entre 0.6 et 3.7 blessures pour 1000 heures d'entraînement et entre 0.49 et 0.59 blessure par joueur sur une saison. La dispersion importante de ces incidences peut être expliquée par des populations étudiées différentes mais surtout par la définition de la blessure utilisée dans les différentes études. En effet, on peut remarquer que les études utilisant « l'attention médicale » ont naturellement des incidences plus élevées comparées aux études utilisant « l'indisponibilité » (Tableau 2).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.3.3. Localisation des blessures

Concernant les blessures aiguës, en grande majorité secondaires à un traumatisme, les deux régions les plus touchées sont principalement la cheville et le genou suivies de l'épaule, la cuisse, les doigts et la région lombaire (Tableau 3).

Étude / Localisation	Seil et al (1998)	Bere et al (2015)	Giroto et al (2015)	Rafnsson et al (2017)	Mashimo et al (2021)	Moyenne calculée
Cheville	7.5	17.4	19.4	18.9	33.3	19.3
Genou	9.6	11.4	13.5	26.4	23.6	16.9
Épaule	7.1	6.8	8.0	1.9	12.6	7.28
Cuisse	2.7	15.9	9.7	3.8	2.9	7.0
Doigt	9.1	3.8	8.9	3.8	5.5	6.22
Lombaire	/	6.1	8.0	3.8	4.0	5.48

Tableau 3: Répartition des blessures aiguës selon la localisation (%)

Pour les blessures de surutilisation, correspondant dans la classification du CIO aux blessures d'apparition progressive et secondaire à un mécanisme répétitif, la répartition est moins homogène selon les études. En revanche, trois localisations semblent plus prépondérantes : l'épaule, les lombaires et le genou (Tableau 4).

Étude / Localisation	Seil et al (1998)	Giroto et al (2015)	Rafnsson et al (2017)	Mashimo et al (2021)	Moyenne calculée
Épaule	17	44.0	21.2	15.0	24.3
Lombaire	19	4.0	39.4	26.0	22.1
Genou	16	26.7	21.2	15.7	19.9
Cuisse	10	5.3	0.0	7.9	5.8
Achille	9	2.7	/	0.8	4.17

Tableau 4: Répartition des blessures de surutilisation selon la localisation (%)

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.3.4. Type de pathologie des blessures

Parmi l'ensemble des études explorant les types de lésions liées aux blessures aiguës, nous remarquons une certaine cohérence avec la survenue d'entorses, de lésions musculaires et de contusions en premier lieu, puis plus rarement des fractures et luxations. Il convient de noter l'hétérogénéité des résultats, avec notamment une proportion importante de contusions, 38.6% et 19.9% pour respectivement Bere et al (10) et que Giroto et al (11) en comparaison aux trois autres études. En effet, il est probable que le recueil des contusions ait été imparfait dans les études de Seil et al, Rafnsson et al et Mashimo et al (9,12,14) puisque les blessures ont été incluses en fonction de l'indisponibilité, rarement rencontrée dans le cadre des contusions (Tableau 5).

Étude / Pathologie	Seil et al (1998)	Bere et al (2015)	Giroto et al (2015)	Rafnsson et al (2017)	Mashimo et al (2021)	Moyenne calculée
Entorse	46.0	23.5	24.3	27	44*	33.0
Lésion musculaire	26.0	12.9	27.1	15	4.5	17.1
Contusion	6.6	38.6	19.9	12	1.4	15.7
Fracture	10.0	/	4.0	7	11.8	8.2
Luxation	5.5	/	8.4	/	9.7	7.9

Tableau 5: Répartition des blessures aiguës selon le type de pathologie (%)

** Mashimo et al ont distingué entorse (30.7%) et rupture ligamentaire (13.3%) rassemblés dans l'item entorse dans ce tableau.*

En revanche concernant les blessures de surutilisation, il est plus difficile de déterminer une hiérarchie des pathologies rencontrées devant la divergence des résultats et le faible nombre d'études. Nous pouvons juste souligner que les trois pathologies les plus fréquemment rapportées sont : tendinopathies ou ruptures tendineuses, lésions méniscales ou du cartilage et fractures de fatigue (Tableau 6).

Pathologie / Étude	Giroto et al (2015)	Rafnsson et al (2017)	Mashimo et al (2021)
Tendinopathies / ruptures tendineuses	91.8	14*	14.2
Lésions ménisque ou cartilage	/	10*	25.0
Fractures de fatigue	6.6	/	25.0

Tableau 6: Répartition des blessures de surutilisation selon le type de pathologie (%)

** Pourcentage calculé par rapport à l'ensemble des blessures et non spécifiquement les blessures progressives*

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.3.5. Sévérité des blessures

La majorité des études épidémiologiques révèle une plus grande fréquence des blessures légères, suivies des blessures modérées et enfin des blessures sévères. Mashimo et al (14) est la seule étude avec un nombre plus important de blessures sévères. Il est probable que cette discordance avec les autres études soit due au schéma transversal et non longitudinal des autres études. En effet, les joueurs de l'étude de Mashimo étaient invités à déclarer rétrospectivement leurs blessures de la saison passée avant le commencement de la suivante. Ce type de recueil encourage naturellement la déclaration des blessures sévères plus marquantes pour les joueurs. Enfin, l'étude de Tabben et al (13) est la seule à avoir pris en compte les blessures sans indisponibilité qui se sont avérées les plus nombreuses dans cette étude confirmant la part majeure des blessures les moins sévères (Tableau 7).

Étude / Sévérité	Seil et al (1998)	Bere et al (2015) *	Rafnsson et al (2017)	Tabben et al (2018) *	Mashimo et al (2021)	Moyenne calculée
Mineure (0 jour)	/	/	/	45.2	/	/
Légère (1-7 jours)	41	61.3	42	26.0	21.3	38.3
Modérée (8-28 jours)	39	33.9	32	9.0	29.9	28.8
Sévère (> 28 jours)	21	4.8	26	3.0	48.7	20.7

Tableau 7 : Répartition des blessures selon la sévérité (%)

** Critères de gravité utilisés : Légère 1-2 jours / modérée 3 jours à 4 semaines / sévère > 4 semaines*

I.3.6. Données épidémiologiques des blessures de l'épaule

Comme nous l'avons précédemment évoqué, l'épaule est l'articulation la plus fréquemment affectée par les blessures de surutilisation au handball, et l'une des plus touchées par les blessures traumatiques. Møller et al (15) ont objectivé une incidence de 1.4 blessures de l'épaule pour 1000 heures dans une cohorte prospective de 679 adolescents élites. Parmi toutes les études de cohorte prospectives, seulement 2 études ont pris en compte les blessures traumatiques objectivant 12 à 49% de blessures traumatiques (15,16). L'ensembles des autres études prospectives (17–21) ont retrouvé une prévalence de 17 à 44% de blessures de surutilisation sur une saison en utilisant le questionnaire des blessures de surutilisation du centre de recherche des traumatismes du sport d'Oslo (OSTRC-O) validé (22) et mis à jour en 2020 (OSTRC-O2) (23) (Tableau 8). Ce questionnaire OSTRC-O (Annexe 3) est composé de quatre questions sur la présence de difficultés à participer aux entraînements ou compétitions, la nécessité de réduire le volume, l'affectation des performances et les douleurs. OSTRC-O permet également de définir une blessure de surutilisation comme grave si le joueur déclare au moins une atteinte modérée du volume d'entraînement ou des performances. La prévalence de ces blessures graves de surutilisation est de 7 à 23% sur une saison (17–20).

Asker et al (20) se sont intéressés à la durabilité des symptômes dans le temps et ont rapporté une persistance des symptômes dans 75% des cas d'au moins 3 semaines pour les blessures de surutilisation et dans 43% des cas pour les blessures de surutilisation graves.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Peu d'études se sont intéressées au diagnostic précis des blessures de l'épaule hormis Lubiatowski et al qui ont mené une étude transversale chez des joueurs professionnels masculins polonais avec une échographie systématique. Ces échographies ont mis en évidence une atteinte de la coiffe des rotateurs chez 14% des joueurs, un conflit postéro-interne chez 15% des joueurs, une bursite sous-acromiale chez 3%, une chondropathie acromio-claviculaire chez 2% et une tendinite du long biceps chez 1% (24). A noter que cette étude transversale a été réalisée lors de la période hors saison engendrant probablement une sous-estimation du nombre de blessures du fait de l'absence d'entraînement et de compétitions. De plus, l'échographie ne permet pas de mettre en évidence les lésions labrales souvent retrouvées chez les lanceurs.

Études	Population étudiée	Définition de blessure	Données épidémiologiques
Myklebust et al (2013) (25)	Étude transversale de 179 joueuses élites norvégiennes saison 2007-2008	Fahlström questionnaire (= ancêtre OSTRC-O, non validé)	Prévalence de 36% lors de la pré-saison
Clarsen et al (2014) (17)	Étude prospective de 206 hommes élites saison 2011-2012 en Norvège	OSTRC-O	Prévalence de 28% sur l'ensemble de la saison
Møller et al (2017) (15)	Étude prospective de 679 jeunes élites mixtes (14-18 ans) saison 2013-2014 au Danemark	Indisponibilité	- Incidence de 1.4/ 1000h - 49% de blessures traumatiques
Andersson et al (2018) (18)	Étude prospective de 329 joueurs mixtes des deux divisions supérieures saison 2014-2015 en Norvège	OSTRC-O	Prévalence de 23% sur l'ensemble de la saison
Aasheim et al (2018) (19)	Étude prospective de 157 juniors masculins élites (16 à 18 ans) saison 2016-2017 en Norvège	OSTRC-O	Prévalence la plus élevée avec 17% devant les lombaires, le genou et le coude sur l'ensemble de la saison
Asker et al (2018) (20)	Étude prospective de 471 lycéens mixtes élites saison 2014-2016 en Suède	OSTRC-O	- Prévalence hebdomadaire de 25% - Prévalence de 44% sur l'ensemble de la saison
Asker et al (2020) (16)	Étude prospective de 471 lycéens mixtes élites saison 2014-2016 en Suède	OSTRC-O modifié	- 12% de blessures traumatiques - Incidence de 0,71/1000h chez les hommes et 0,92/1000h chez les femmes
Achenbach et al (2020) (21)	Étude prospective de 138 joueurs élites mixtes saison 2017–2018 en Allemagne	Blessure de surutilisation (critères peu détaillés)	Prévalence de 26% sur l'ensemble de la saison

Tableau 8: Données épidémiologiques des blessures de l'épaule

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.4. La spécificité des blessures de l'épaule au handball

I.4.1. Anatomie de l'épaule

I.4.1.1. Os et articulations

L'épaule est l'articulation la plus proximale du membre supérieur permettant la jonction de celui-ci avec le tronc. Elle est composée de trois os (clavicule, humérus et scapula) reliés entre eux par cinq articulations : trois articulations dites « vraies » avec l'articulation scapulo-humérale, l'articulation acromio-claviculaire et l'articulation sterno-costo-claviculaire ainsi que 2 articulations « fausses » au sens anatomique avec l'articulation sous-deltoïdienne et l'articulation scapulo-thoracique correspondant à des zones de glissement (Figure 5).

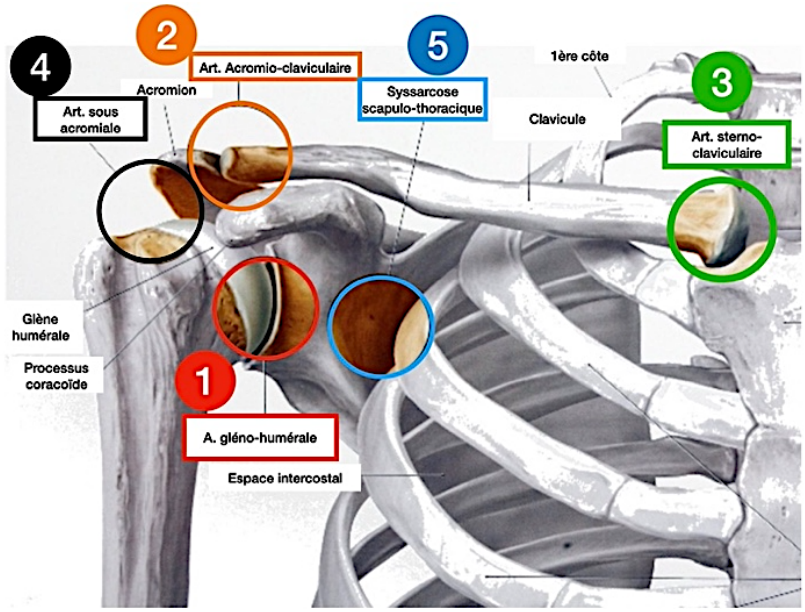


Figure 5: Les os et articulations de l'épaule, vue antérieure

I.4.1.2. Appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation scapulo-humérale

Afin d'assurer une certaine coaptation tout en conservant une grande mobilité, l'articulation scapulo-humérale est composée d'un appareil capsulo-ligamentaire complexe. Le bourrelet ou labrum glénoïdien est un fibrocartilage apposé sur les bords de la glène surtout connu pour augmenter sa congruence et ainsi améliorer la stabilité de l'articulation mais les dernières études biomécaniques ont souligné d'autres fonctions importantes du labrum. En effet, étant une structure déformable, il aurait un rôle dans la répartition des pressions de contact. Il servirait également à optimiser la tension des muscles et ligaments ainsi qu'au retour proprioceptif (26). La capsule est renforcée sur sa partie antérieure par le ligament coraco-huméral et le ligament gléno-huméral composé de trois faisceaux (supérieur, moyen et inférieur) (Figure 6 et 7).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

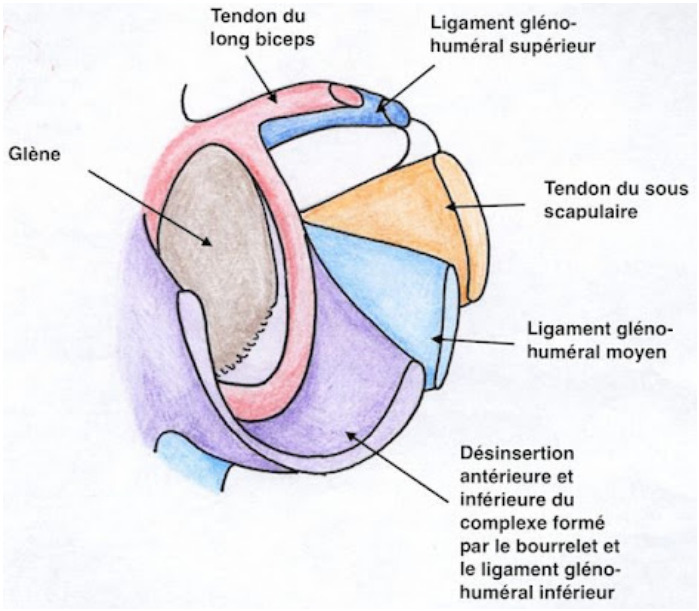


Figure 6: Appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation scapulo-humérale, vue postéro-latérale

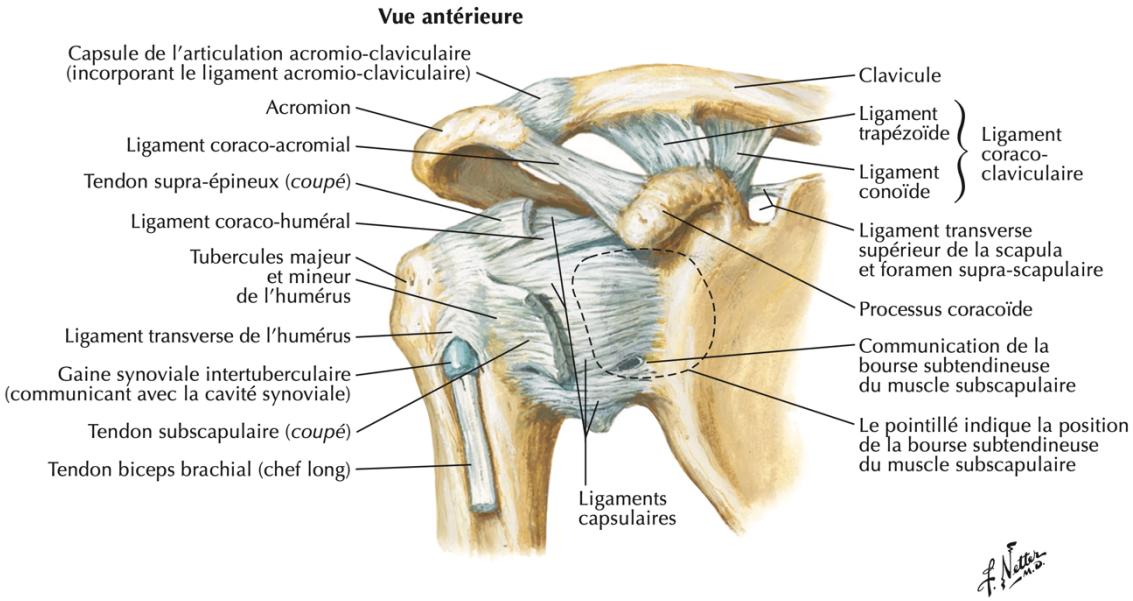


Figure 7: Appareil capsulo-ligamentaire de l'articulation scapulo-humérale selon Netter, vue antérieure

I.4.1.3. Muscles de l'épaule

Pour plus de clarté, l'ensemble des muscles de l'épaule a été regroupé dans des tableaux par région anatomique : antérieure (Tableau 9 et Figure 8), postérieure (Tableau 10 et Figure 9) et coiffe des rotateurs (Tableau 11 et Figure 10).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.4.1.3.1. Région antérieure

Muscles	Insertion proximale	Insertion distale	Innervation tronculaire et radiculaire	Action
Deltoïde	Clavicule, acromion, épine de la scapula	Tubérosité deltoïdienne de l'humérus	Nerf axillaire (C5–C6)	- Partie claviculaire : fléchisseur et rotateur médial du bras - Partie acromiale : abducteur du bras à partir de 15° - Partie spinale : extenseur et rotateur latéral du bras
Grand pectoral	Moitié sternale de la clavicule, sternum jusqu'à la 7ème côté, cartilage des vraies côtes, aponévrose du muscle oblique externe	Lèvre latérale du sillon intertuberculaire de l'humérus	Nerfs pectoraux médial et latéral (C5, C6, C7, C8, T1)	Fléchisseur, adducteur et rotateur médial du bras
Petit pectoral	Versant externe du bord supérieur des côtes 3 à 5	Processus coracoïde de la scapula	Nerf pectoral médial (C8, T1)	Abaisseur et protracteur l'angle latéral de la scapula

Tableau 9: Muscles de la région antérieure de l'épaule (27)

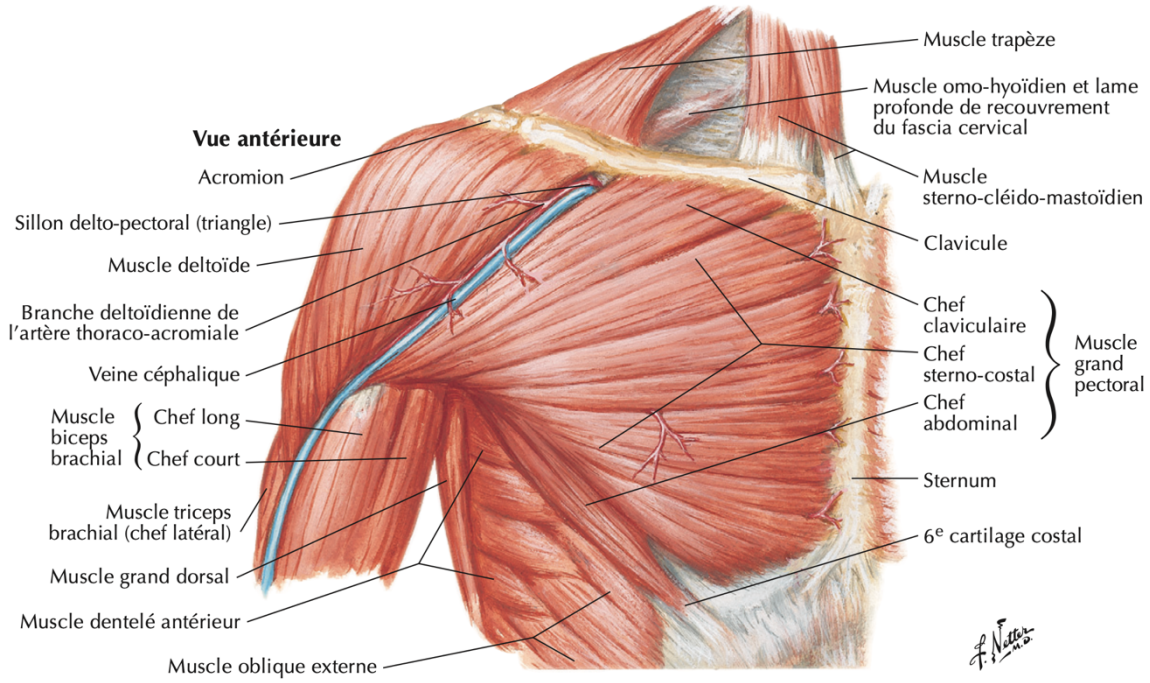


Figure 8: Muscles de la région antérieure de l'épaule selon Netter, vue antérieure

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.4.1.3.2. Région postérieure

Muscles	Insertion proximale	Insertion distale	Innervation tronculaire et radiculaire	Action
Trapèze	Ligament nucal, protubérance occipitale, processus épineux des vertèbres C7-C12	Tiers latéral de la clavicule, acromion et épine de la scapula	Nerf accessoire XI	- Rétracteur et rotateur médial de la scapula - Élévateur de la scapula (supérieur) - Abaisseur de la scapula (inférieur)
Élévateur de la scapula	Processus transverse des vertèbres C1 à C4	Bord médial de la scapula et angle supérieur de l'épine	Nerf dorsal de la scapula (C3–C5)	Élévateur médial de la scapula
Rhomboïdes	Ligament nucal et processus épineux de C7 à T5	Bord médial de la scapula	Nerf scapulaire dorsal (C4–C5)	- Fixateur de la scapula sur la paroi thoracique - Rétracteur et rotateur médial de la scapula
Grand dorsal	Processus épineux des vertèbres T7-L5, 3 dernières côtes, fascias thoraco-lombaire, crête iliaque	Sillon bicipital de l'humérus	Nerf du grand dorsal (C6–C8)	Rotateur médial, adducteur et extenseur du bras
Dentelé antérieur	Face latérale des 8 premières côtes	Bord antéro-médiale de la scapula	Nerf thoracique long (C5–C8)	- Fixateur de la scapula sur la paroi thoracique - Sonnette latérale de la scapula

Tableau 10: Muscles de la région postérieure de l'épaule (27)

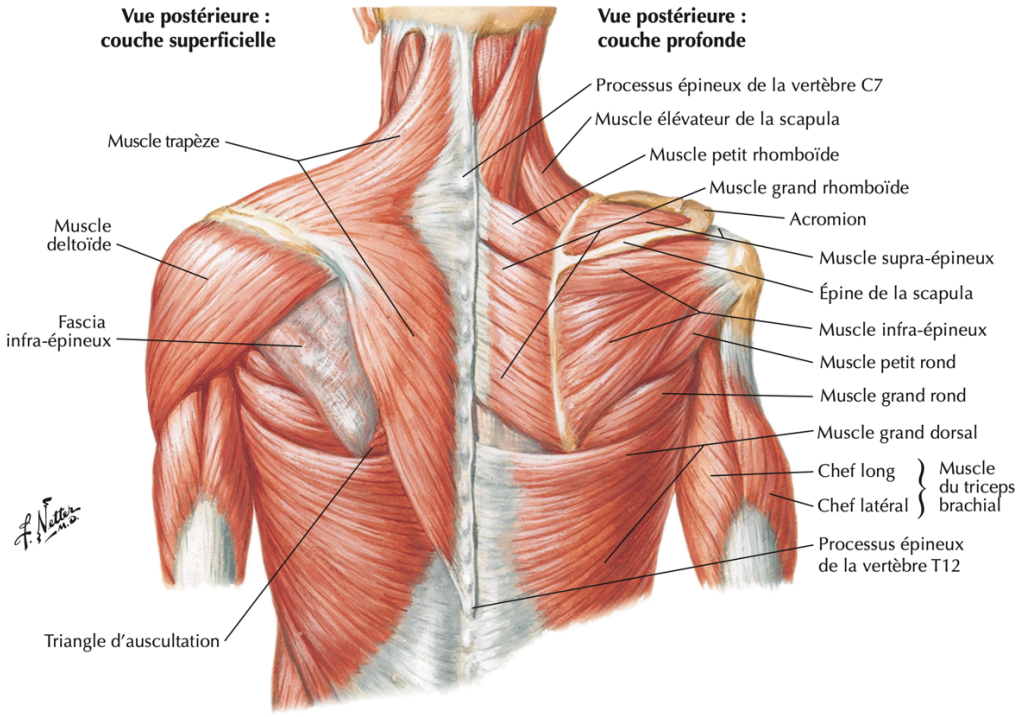


Figure 9: Muscles de la région postérieure de l'épaule selon Netter, vue postérieure

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.4.1.3.3. Muscles de la coiffe des rotateurs

Muscles	Insertion proximale	Insertion distale	Innervation tronculaire et radiculaire	Action
Supra-épineux	Fosse supra-épineuse de la scapula	Tubercule majeur de l'humérus	Nerf supra-scapulaire (C4–C6)	Abducteur du bras
Infra-épineux	Fosse infra-épineuse de la scapula	Tubercule majeur de l'humérus	Nerf supra-scapulaire (C4–C6)	Rotateur latéral du bras
Petit rond	Bord postéro-latéral de la scapula	Tubercule majeur de l'humérus	Nerf axillaire (C5–C6)	Rotateur latéral du bras
Subscapulaire	Fosse subscapulaire	Tubercule mineur de l'humérus	Nerfs subscapulaires supérieur et inférieur (C5–C6)	Rotateur médial et adducteur du bras
Grand rond	Face postérieure de l'angle inférieur de la scapula	Sillon intertuberculaire de l'humérus	Nerf subscapulaire inférieur (C5–C6)	Rotateur médial et adducteur du bras

Tableau 11: Muscles de la coiffe des rotateurs de l'épaule (27)

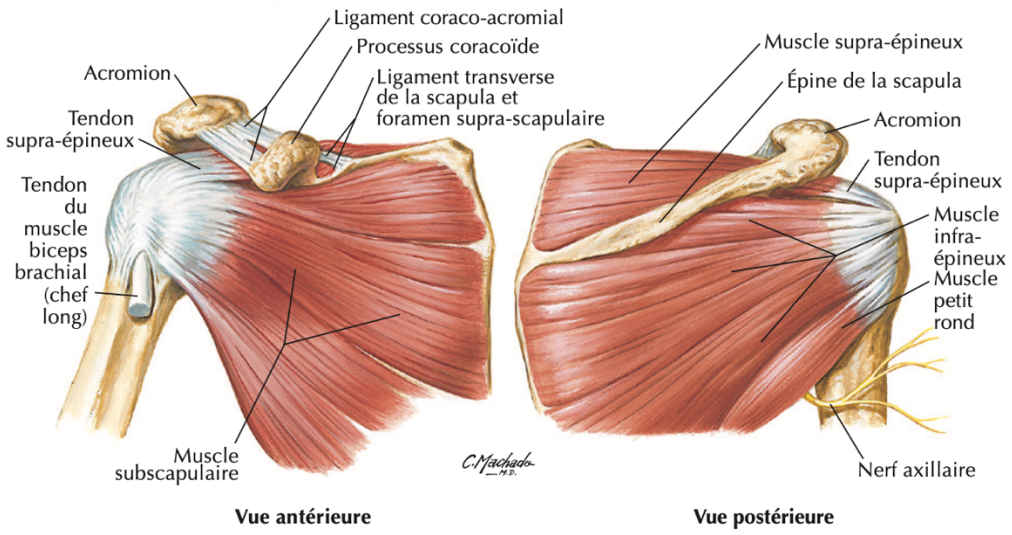


Figure 10: Muscles de la coiffe des rotateurs selon Netter

I.4.1.4. Anatomie fonctionnelle de l'épaule : stabilité musculaire de l'épaule

L'anatomie fonctionnelle de l'épaule repose sur une synergie délicate entre os, ligaments et muscles, permettant une amplitude de mouvement exceptionnelle tout en assurant la stabilité nécessaire pour des activités variées, allant des gestes quotidiens aux performances athlétiques.

L'appareil capsulo-ligamentaire confère une certaine stabilité à l'épaule mais est insuffisante devant la faible congruence de l'articulation scapulo-humérale ; les muscles sont donc indispensables dans leur rôle de coapteur. Les muscles coapteurs ont été répartis en deux groupes par Kapandji (28) : les coapteurs transversaux et les coapteurs longitudinaux.

Les muscles coapteurs transversaux composés du supra-épineux, du subscapulaire, de l'infra-épineux, du petit rond et du long biceps brachial ont pour rôle de maintenir la tête humérale en contact avec la glène (Figure 11).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

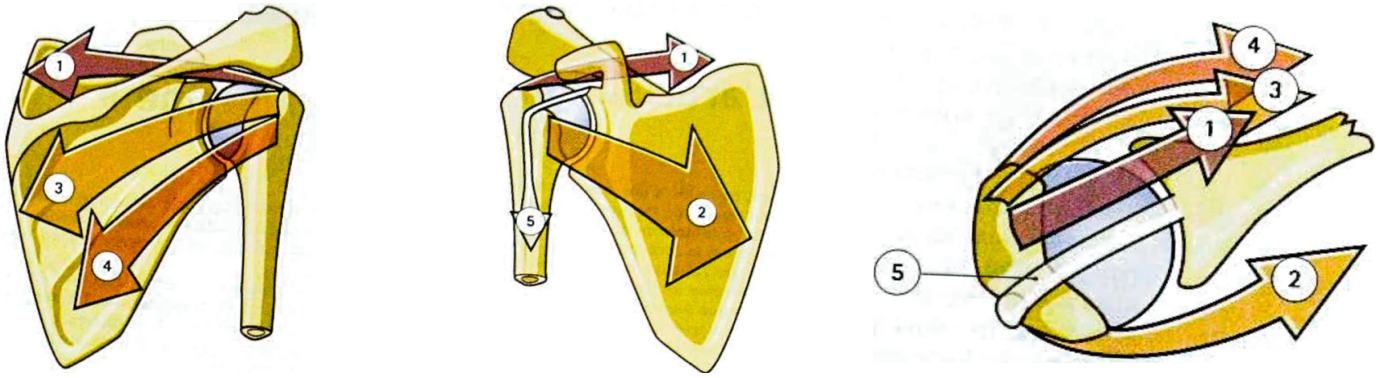


Figure 11: Les muscles coapteurs transversaux selon Kapandji

1 : Muscle supra-épineux, 2 : Muscle subscapulaire, 3 : Muscle infra-épineux, 4 : Muscle petit rond, 5 : Tendon du long biceps brachial

Les muscles court biceps brachial, coraco-brachial, triceps brachial, deltoïde et grand pectoral sont eux, les muscles coapteurs longitudinaux dont le rôle est de ramener la tête humérale vers le haut afin de prévenir la luxation vers le bas (Figure 12).

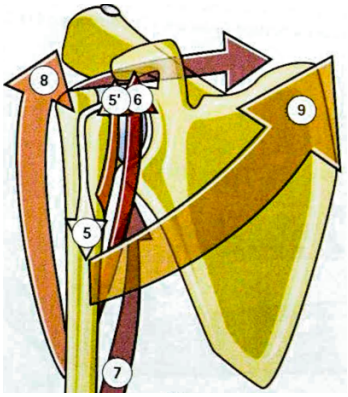


Figure 12: Les muscles coapteurs longitudinaux selon Kapandji

5' : Muscle court biceps brachial, 6 : Muscle coraco-brachial, 7 : Muscle triceps brachial, 8 : Muscle deltoïde, 9 : Muscle grand pectoral

Une synergie est primordiale entre les agonistes-antagonistes pour un fonctionnement optimal de l'épaule. Par exemple, une prépondérance des coapteurs longitudinaux peut aboutir à long terme à une rupture du supra-épineux par conflit entre la tête humérale et l'acromion.

I.4.2. Biomécanique du lancer

Le lancer est un geste complexe aboutissant à une rotation atteignant des vitesses angulaires jusqu'à 7000 degrés/seconde, permettant ainsi d'accélérer la balle de 0 à 155 km/h (29). Le lancer est composée de 6 phases : la préparation, l'élan, l'armement du bras, l'accélération du bras, la décélération du bras et la phase de suivi (30).

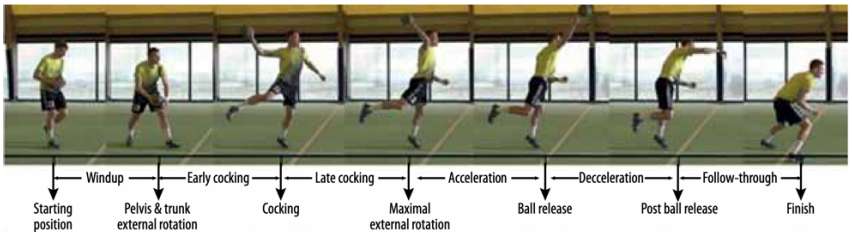


Figure 13: Décomposition des différentes phases du lancer au handball (29)

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.4.2.1. Chaîne cinétique du lancer

La chaîne cinétique débute au niveau du sol avec les membres inférieurs puis se poursuit vers le tronc, l'épaule et le membre supérieur jusqu'à la balle. Elle rassemble en un seul segment fonctionnel des activations musculaires de plusieurs segments corporels par l'intermédiaire de programmes neuromoteurs.
Au niveau des membres inférieurs et du tronc, les muscles abducteurs de hanche, érecteurs du rachis et abdominaux (oblique externe et interne, droit de l'abdomen, carré des lombes) assurent la stabilité du mouvement mais participent également à la génération et au transfert de puissance pouvant atteindre jusqu'à 50% de la puissance totale. Un modèle mathématique a même montré qu'une réduction de 20 % du développement de l'énergie cinétique du tronc nécessitait une augmentation de 33 % de la vitesse du membre supérieur pour maintenir la même puissance finale (31). Au niveau de la scapula, les muscles élévateur de la scapula, dentelé antérieur, trapèze, rhomboïdes, petit pectoral et en particulier le muscle dentelé antérieur ont un rôle important pour effectuer la séquence motrice adduction/élévation (armement) - rotation externe (accélération) – abduction (phase de suivi) assurant la stabilité de l'épaule lors du lancer (29,30). L'articulation scapulo-humérale reste la pierre angulaire de cette chaîne cinétique en générant une grande partie de la force et de la vitesse angulaire du lancer. Il a été démontré que la vitesse de la balle est corrélée à l'amplitude de la rotation externe du bras en abduction à la phase terminale de l'armement. Cette amplitude de rotation externe améliorant indirectement les performances, une adaptation de l'articulation scapulo-humérale a été constatée chez les lanceurs permettant une rotation externe excessive (26).
Il est important de souligner que toute rupture dans la chaîne cinétique est souvent responsable d'altération des performances voire de blessures que nous détaillerons par la suite.

I.4.2.2. Adaptation de l'épaule du lanceur

Burkhart (32) est un des premiers à avoir décrit ces adaptations de l'épaule du lanceur et en particulier le concept de réduction de la rotation interne de l'articulation scapulo-humérale appelé « GIRD » en anglais pour Glenohumeral Internal Rotation Deficit. Selon lui, les microtraumatismes en distraction survenant lors de la décélération du lancer à la phase de suivi, équivalant à une force de près de 750 N soit 80% du poids du lanceur, seraient responsable de la fibrose de la capsule postéro-inférieure et du ligament gléno-humérale inférieur (LGHI) constatée en arthroscopie dans cette population. Cette fibrose de l'appareil capsulo-ligamentaire postéro-inférieur entraine une rétraction modifiant le modèle du hamac décrit par O'Brien représentant le LGHI par une bande antérieure et une bande postérieure au soutien de la tête humérale lorsque le bras est en abduction (33) (Figure 14).

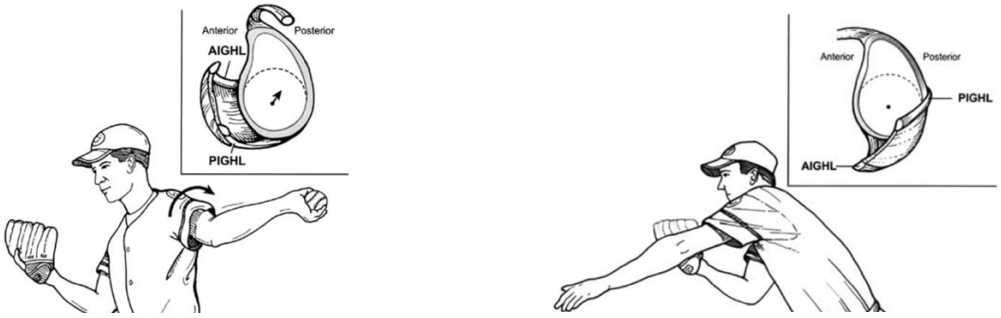


Figure 14: Modèle du hamac du LGHI en rotation externe puis interne selon O'Brien

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Cette rétraction de la bande postérieure déplace le point de rotation de l'humérus sur la glène en postéro-supérieur. Crockett et al (34) ont montré à travers une étude scannographique réalisée chez des lanceurs professionnels de baseball qu'il existait également une rétrotorsion de la tête humérale de 17 degrés dans cette série. Cela a pour conséquence un changement de l'arc de mouvement du tubercule majeur retardant son impaction sur la glène et un relâchement de la portion antérieure du LGHI permettant ainsi une rotation externe excessive (Figure 15).

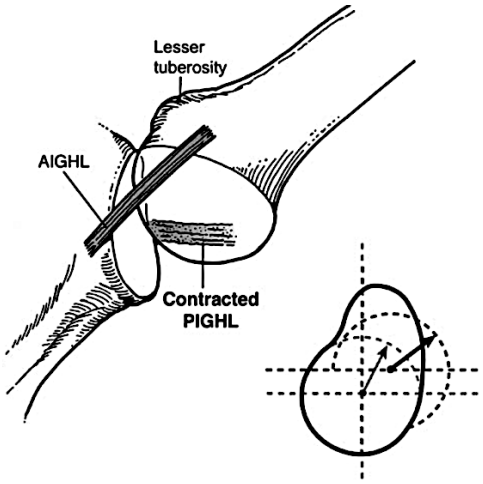


Figure 15: Déplacement postéro-supérieur de point de rotation de l'humérus selon Burkhart

D'un côté, ces adaptations permettent donc au lanceur d'améliorer ses performances mais de l'autre, elles déplacent l'équilibre et les charges appliquées sur cette épaule pouvant à terme provoquer des blessures. Cette ambivalence a d'ailleurs été une réelle problématique pour les premiers chirurgiens ayant pris en charge ces lanceurs. En effet, ces chirurgiens ont traité les lésions mais également restauré l'anatomie de ces épaules menant à une perte de performance voire une incapacité de lancer (26).

I.4.2.3. Pathomécanique du lancer

Les sites pathomécaniques les plus fréquents incluent l'épaule, la scapula, le tronc et les jambes. Deux types de conflits internes de l'épaule potentiellement à risque de blessures ont été décrits chez les lanceurs. Le conflit postéro-supérieur fut décrit par Walch et al (35) en 1992 dans une étude arthroscopique par un pincement entre la grosse tubérosité de la tête humérale et la glène postéro-supérieure engendrant des douleurs lors du mouvement de rotation externe complète et abduction de l'épaule. Walch a montré que ce conflit pouvait engendrer des SLAP lésions et des lésions du supra-épineux et/ou de l'infra-épineux par traumatismes répétés entre la glène postéro-supérieure et la tête humérale (Figure 16).

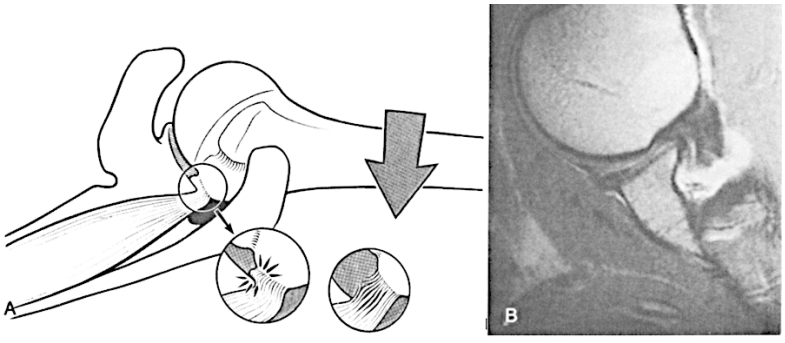


Figure 16: Schéma et IRM de conflit interne postéro-supérieur selon Walch

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Des signes IRM du conflit interne postéro-supérieur sont décrits en plus des déchirures de la coiffe des rotateurs et des lésions du labrum postérosupérieures : un remodelage avec la formation de kystes sous-corticaux, un œdème osseux ou un aplatissement/dépression corticale à la partie postérieure de la tête humérale (à ne pas confondre avec une encoche de Hill-Sachs située sur la partie postéro-supérieure de la tête humérale) (36).

En 2010, Garofalo et al (37) ont réalisé une revue non systématique en partie sur le conflit interne antéro-supérieur. Ce conflit se caractérise par une douleur antérieure de l'épaule en position de rotation interne, de flexion et d'adduction. Chez ses patients, l'arthroscopie a mis en évidence un accrochage de la petite tubérosité de la tête humérale et des tendons du subscapulaire et long biceps brachial avec la glène antéro-supérieure (38). Par ce mécanisme, le conflit interne antéro-supérieur est responsable de lésions de la coiffe des rotateurs (subscapulaire, supra-épineux, tendon du long biceps), de lésions labrales antéro-supérieures ainsi que de lésions des ligaments gléno-huméral supérieur et coraco-huméral (39,40).

Burkhart et al (41) ont également décrit dans une étude arthroscopique le mécanisme de peel-back pouvant être responsable de SLAP lésions postéro-supérieures. Le positionnement de l'épaule en abduction et rotation externe entraîne un déplacement postérieur du tendon du long biceps et une torsion de la base qui se transmettent au labrum postéro-supérieur. Une force de cisaillement s'ajoute à cette torsion au moment de l'accélération rotatoire du bras pouvant être responsable d'une SLAP lésion (Figure 17).

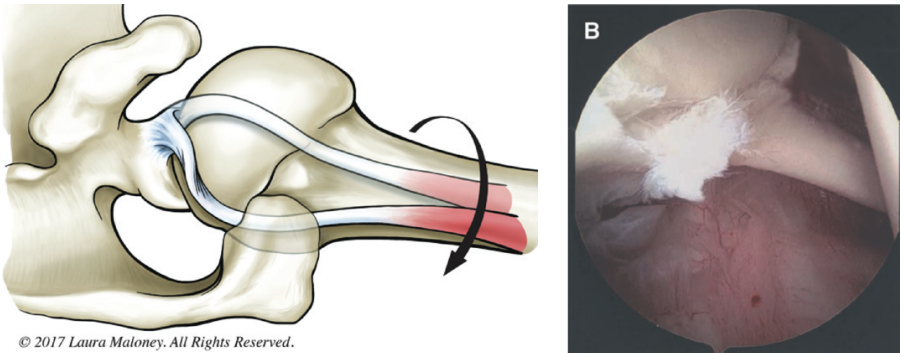


Figure 17: Mécanisme de peel-back selon Burkhart

La rotation externe excessive due au GIRD entraîne également une augmentation des contraintes de cisaillement et de torsion au niveau de la coiffe des rotateurs postéro-supérieure provoquant des lésions des fibres postérieures du supra-épineux et de l'infra-épineux.

Quant à la scapula, de nombreuses études ont montré une association entre la dyskinésie scapulaire et le conflit sous-acromial à cause d'une inclinaison antérieure de la glène, le conflit interne par un excès de rotation interne et une diminution de la force de la coiffe des rotateurs. A l'opposé, le traitement de la dyskinésie a montré une amélioration des symptômes des différents conflits, une amélioration de la force de la coiffe des rotateurs et une réduction des symptômes liés aux SLAP lésions. La dyskinésie est associée de 67% à 100% des blessures de l'épaule mais il demeure encore difficile à ce jour de déterminer si la dyskinésie scapulaire constitue la cause ou la conséquence des pathologies de l'épaule chez le lanceur. (26,42)

Au niveau des membres inférieurs et en particulier de la hanche, une diminution de l'amplitude ou une diminution de la force en abduction de la hanche est associée à une modification du schéma de lancer et à une augmentation de la charge sur la chaîne cinétique distale, en particulier l'épaule avec des lésions labrales postéro-supérieures et des déchirures de la coiffe postéro-supérieure (26,42,43).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.4.3. Facteurs de risque de blessure de surutilisation au handball

De nombreux facteurs de risque de blessures de surutilisation de l'épaule ont été étudiés chez les athlètes pratiquant des sports de lancer, en particulier chez les joueurs de handball. Plusieurs facteurs de risque externes ont été identifiés, tels que le poste de jeu (arrière et, dans une moindre mesure, pivot), le fait de jouer en match plutôt qu'à l'entraînement pour les joueurs de haut niveau, le nombre supplémentaire de matchs par semaine, et la charge d'entraînement (9–11,15,44–46).

En ce qui concerne les facteurs de risque internes, certains sont non modifiables, comme l'âge, les antécédents de blessure ou de chirurgie, et le sexe (femme) (11,17,20,47–49).

Heureusement, certains facteurs de risque internes modifiables pour les blessures par surutilisation ont également été identifiés dans des études de cohortes prospectives. Le facteur de risque interne modifiable le plus souvent retrouvé dans les cohortes est la faiblesse de la force isométrique en rotation externe (RE) (15–17,21). En ce qui concerne la force, une étude a identifié la faiblesse de la force excentrique en RE comme un facteur de risque (21), et une autre étude a identifié la faiblesse de la force isométrique en rotation interne (RI) chez les femmes (16). Le ratio de force RE/RI semble également être un facteur de risque, comme le montrent les études d'Achenbach (21) et d'Édouard, avec des critères de déséquilibre musculaire isocinétique en présaison (IRecc/ERcon à 60°/s > 1,61 et ERcon/IRcon à 240°/s < 0,69) (49).

La dyskinésie scapulaire semble être un facteur de risque dans plusieurs études (15–17), mais elle est encore discutée aujourd'hui car non significative dans d'autres cohortes prospectives (18,21). Deux méta-analyses récentes ont été menées, non spécifiquement pour le handball mais pour les sports de lancer, et ont montré des résultats contradictoires (50,51).

Le déficit de rotation interne scapulo-humérale (GIRD) a été largement décrit dans les sports de lancer et notamment au baseball. Concernant le handball, trois études ont trouvé trois modifications significatives différentes de l'amplitude : une réduction de 5° de l'amplitude totale (17), chez les femmes une augmentation de 7,5° de l'amplitude en RE et une réduction de 6-7,5° de l'amplitude en RI et chez les hommes une réduction de 4° de l’amplitude en RI (18,21). La variabilité des résultats peut s’expliquer par le possible caractère dynamique de la GIRD dû à une composante musculaire relevé par Kibler (26). En effet, la contraction excentrique répétitive entraîne la rupture de sarcomères libérant du calcium intramusculaire, menant à une contraction et donc un raccourcissement musculaire 4 à 18 heures après le lancer (26).

La réduction de la fonction de la chaîne cinétique et la limitation de la mobilité thoracique sont encore aujourd'hui des facteurs de risque incertains dans la littérature (52).

En revanche, on peut noter que les années de pratique du handball, le niveau de jeu et l'IMC ne semblent pas être des facteurs de risque de blessure de l'épaule par surutilisation (17,20,45).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

I.5. La prévention des blessures dans le sport

Malgré les avancées significatives dans la compréhension des mécanismes de blessure, les blessures aiguës et par surutilisation continuent de constituer un fardeau pour les athlètes et les équipes médicales. La prévention des blessures représente un enjeu majeur pour la santé des athlètes en plein essor depuis une dizaine d'année. Cet essor est en partie lié à la professionnalisation des sports. En effet, comme l'ont montré Hagglund et al (53) dans les clubs professionnels de football en ligue des champions, l'incidence des blessures affecte négativement les performances des équipes encourageant ainsi les clubs professionnels à développer des politiques de prévention. Il est évident qu'un enjeu financier entre également en compte pour ces clubs professionnels. En 2018, le FC Barcelone a développé en collaboration avec le centre de recherche des traumatismes du sport d'Oslo un nouveau modèle de prévention : « Team-Sport Injury Prevention (TIP) Cycle » (54). Ce modèle est décomposé en trois phases clés. Une première phase d'évaluation faisant l'état des lieux des blessures rencontrées par le staff et la recherche de stratégies de prévention déjà mises en place. Une deuxième phase d'identification des facteurs de risque, des mécanismes lésionnels et des obstacles à la mise en place d'un programme de prévention. Enfin, la phase d'intervention (troisième) correspond à la mise en place de la stratégie de prévention.

Afin d'optimiser les stratégies de prévention, Delvaux et al (55) recommandent de rechercher les antécédents et facteurs de risque de développer des pathologies futures lors de la visite de pré-saison pour mettre en place des programmes de prévention spécifiques (comme par exemple pour la rupture du ligament croisé, l'instabilité de cheville ou la dyskinésie scapulaire). Ils soulignent également l'importance de la compliance à ses programmes de prévention ainsi que la quantification et la gestion de la charge de travail.

Concernant le handball, des stratégies de prévention ont vu le jour depuis une dizaine d'années en particulier pour le membre inférieur avec deux études ayant montré une réduction du risque de blessure aiguë aux membres inférieurs de 50%, y compris les blessures du ligament croisé antérieur (LCA) (56,57). Pour le membre supérieur, il semble plus compliqué de développer des programmes réduisant le risque de blessure aiguë traumatique comme les luxations ou entorses acromio-claviculaires. En revanche, l'identification de la pathomécanique et de facteurs de risque des blessures de surutilisation a ouvert des perspectives de prévention, même si les connaissances sur l'efficacité des programmes dans ce cadre sont limitées. Cet article a pour but d'étudier l'efficacité et de faire l'état des lieux des programmes de prévention des blessures de surutilisation de l'épaule au handball.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

II. Article: Shoulder injuries prevention programs in handball: a systematic review and meta-analysis

II.1. Introduction

Handball is one of the most popular sports in the world with 28 million licensees recorded in 2018 by Olympics.org. The French Ministry of Sports published the ranking of the sports federations by number of licensees where the French federation of handball ranked 6th with 554 000 licensees in 2022. Handball is a sport consisting of high velocity overhead shots, contacts, changes of direction and jumps, therefore causing various injuries. In the epidemiological study by Giroto and al. (1), an injury incidence rate of 20.3 per 1,000 matches and 3.7 per 1,000 training hours was observed. Mashimo and al. (2) show with 1017 Japanese university handball players, that the body regions most affected by traumatic mechanisms are ankle (33.3%), knee (23.6%), and shoulder/clavicle (12.6%) whilst the body regions most affected by overuse mechanisms are lumbar spine/lower back (26.0%), knee (15.7%), and shoulder (15.0%). Indeed, the high frequency of shoulder problems has been found in prospective studies among elite handball players with a prevalence ranging from 17 to 44% of overuse injuries over a season using the validated Oslo Sports Trauma Research Center overuse injury questionnaire (OSTRC-O) (3–7) and Møller et al. reported an incidence of 1.4 shoulder injuries per 1000 hours in a prospective cohort of 679 elite adolescents (8).

Shoulder overuse injuries are mostly secondary to the adaptation of shoulder anatomy with Glenohumeral Internal Rotation Deficit (GIRD) and the impingements. Burkhart and al. (9) described the adaptations of the thrower's shoulder. He described a fibrotic change in the postero-inferior capsuloligamentous complex due to repeated micro-trauma in distraction, leading to a GIRD and a glenohumeral external rotation increase. These adaptations are thought to be responsible for SLAP lesions with peel-back mechanism and rotator cuff injuries with hypertwisting mechanism.

Subacromial impingement, as described by Neer, has been well known for many years in contrast to the internal conflicts which have been described more recently; there are 2 types of internal impingement: anterior-superior and posterior-superior. The posterior-superior impingement was rightly demonstrated for the first time on the thrower's shoulder by Walch in an arthroscopic study (10), when the arm is in full external rotation (ER) and 90° abduction, causing SLAP lesions and supraspinatus and/or infraspinatus lesions.

In 2010, Garofalo et al. (11) made a non-systematic review on the anterior-superior impingement. This impingement is characterized by anterior shoulder pain in position of internal rotation, flexion and adduction and can be responsible for antero-superior labral lesion, rotator cuff lesion (supraspinatus, subscapularis, long biceps tendon) (12,13).

A lot of risk factors for shoulder injuries have been investigated among throwing athletes and particularly for handball players. Several external risk factors have been found such as back and to a lesser extent pivot position, match versus training for elite players, additional match per week and training load (1,8,14–18).

For internal risk factors, some are unmodifiable like age, previous injury or surgery and sex (female athletes) (1,3,6,19–21).

Fortunately, some additional internal modifiable risk factors of overuse injury have also been identified in prospective cohort studies. The internal modifiable risk factor most often found in

Licence CC BY-NC-ND 3.0

cohorts is weaker isometric ER strength (3,7,8,22). In terms of strength, one study identified weaker eccentric ER strength as a risk factor (7) and another one weaker isometric IR (internal rotation) strength in women (22). ER/IR strength ratio seems also to be a risk factor as shown by Achenbach and al. (7) and Edouard and al. with isokinetic muscular imbalance criteria in preseason (IRecc/ERcon at 60 °/s > 1.61 and ERcon/IRcon at 240 °/s < 0.69) (21). The glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) has been widely described in throwing sports, particularly in baseball. Regarding handball, three studies have reported three different significant modifications in range of motion: a 5° reduction in total range of motion (3), a 7.5° increase in external rotation (ER) and a 6-7.5° reduction in internal rotation (IR) in women, and a 4° reduction in internal rotation (IR) in men (4,7).

Scapular dyskinesis seems to be a risk factor in several studies (3,8,22) but is still discussed today because it was not significant in other prospective cohorts (4,7); two recent meta-analyses were carried out not specifically for handball but for throwing sports and found contradictory results (23,24).

Reduced kinetic chain function and limited thoracic mobility are still uncertain risk factors today (25). Additionally, we can note that years of playing handball, level of play and BMI does not seem to be a risk factors for overuse shoulder injury (3,6,16).

Given the high prevalence of shoulder injury in handball and the knowledge of modifiable internal risk factors, it is important to find a program to prevent these injuries. This systematic review aims to study the effectiveness of the prevention programs on handball shoulder injuries.

II.2. Materials and Methods

II.2.1. Study reporting

The present systematic review was conducted using the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. The study protocol was prospectively registered (PROSPERO ID: CRD42022356497).

II.2.2. Search strategy

An electronically assisted medical literature search was conducted in April 2024 using three different databases (PubMed, Embase and Cochrane) and using keywords which included “(shoulder* OR arm) AND prevent* AND handball”. The search was intentionally broad to avoid losing studies. All articles published up to 03/04/2024 were included. This study has no financial support and no competing interest.

II.2.3. Inclusion criteria

Only articles written in English or French and only randomized clinical trials, before-and-after studies, here-and-elsewhere study and cohort studies were included if they met the PICO criteria:

- POPULATION: All players of handball
- INTERVENTION: Application of a preventive program including specific exercises to reduce shoulder injuries.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

- CONTROL: No change in warm-up or training routine
- OUTCOMES: Shoulder injury (OSTRC overuse injury questionnaire and modified version of Fahlström questionnaire) or shoulder pain (Visual Analogue Scale, VAS)

II.2.4. Exclusion criteria

All articles that did not analyze handball were excluded. Case reports, narrative reviews, systematic reviews, meta-analyses and studies that did not detail precisely the exercises making up the prevention program were also excluded.

II.2.5. Selection Method

The selection was based on the title content. If inclusion or exclusion of the article was not possible based on the title, the abstract was retrieved and read. The selected articles were reviewed and assessed independently by two authors and then discussed together. Finally, if there was disagreement among the two authors regarding the inclusion or exclusion criteria, a third moderator made the final decision.

II.2.6. Risk of bias

To evaluate the risk of bias, we used the Cochrane's EPOC criteria consisting of 7 questions about random sequence generation, allocation concealment, blinding of participants, blinding of outcome assessment, incomplete outcome data, selective reporting and other bias. Each criterion was categorized as having a high, low, or uncertain risk of bias.

II.2.7. Synthesis of results

The main summary measures included risk ratios and odds ratios (OR), which were reported in the studies and combined into tables. All findings related to both primary and secondary outcomes were synthesized.

II.2.8. Meta-analysis

Statistical analysis was performed using Review Manager software (RevMan, version 5.4.1). We calculated the odds ratios for the Achenbach and Asker studies using the published data and used the generic inverse variance method to directly input the original odds ratio. Effect sizes for outcomes were expressed in terms of odds ratios with 95% confidence intervals (CI). A random-effects model was used to account for heterogeneity between studies. Heterogeneity was assessed using Cochran's Q test and the I^2 statistic.

II.3. Results

II.3.1. Literature search

During the literature search, we found 97 articles from Embase, 73 from PubMed and 22 from Cochrane, for a total of 192 articles. After removing 65 duplicates, 127 articles were included. A total of 102 titles were excluded. Of the 25 remaining abstracts, only 5 met the inclusion criteria and were analyzed in the review (Figure 1). The 5 studies consisted of 5 randomized clinical trials involving 1872 patients.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

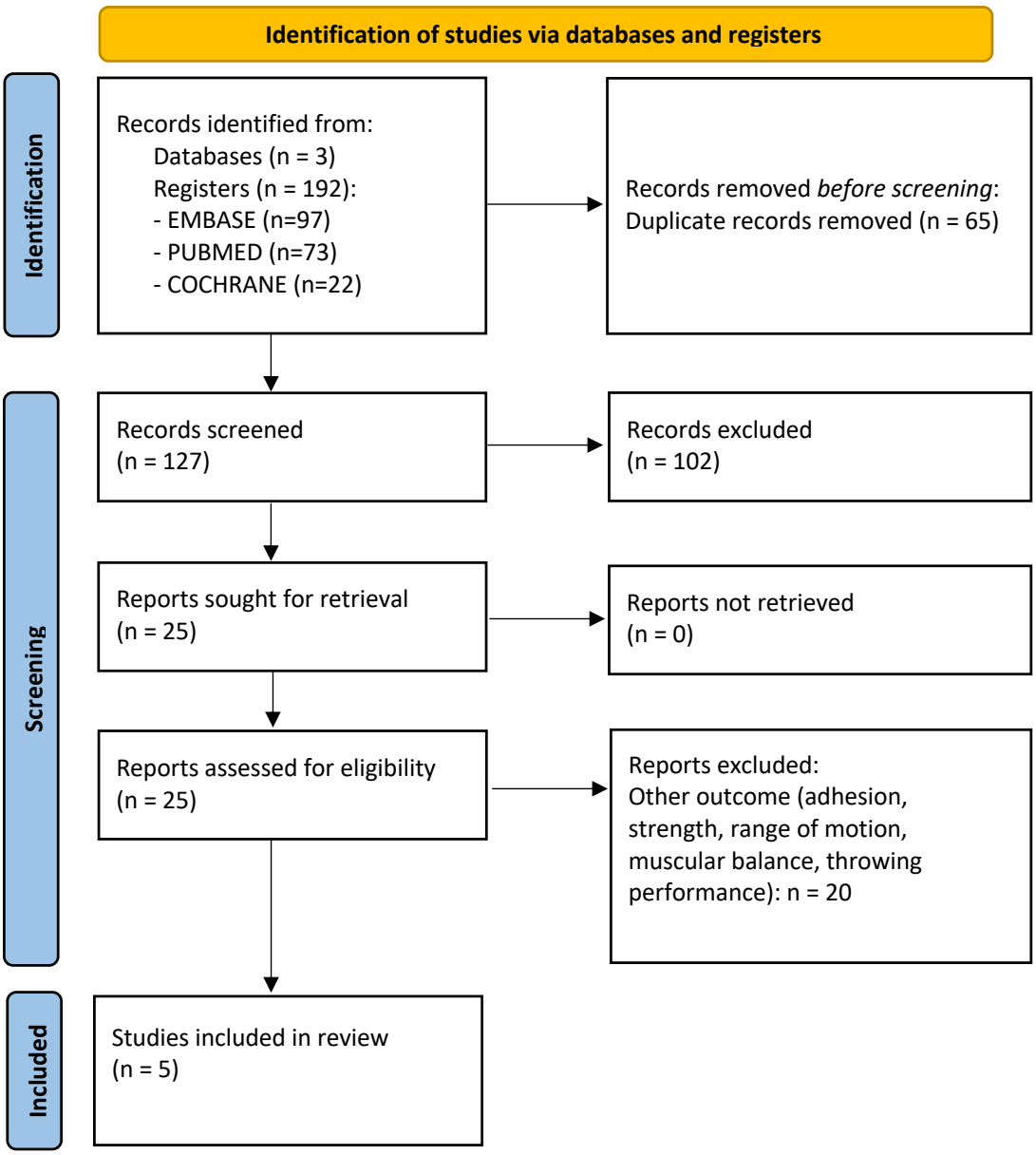


Figure 1: Flowchart of literature search

II.3.2. Study characteristics

The five studies included were recent (2015-2022) interventional controlled studies using a random selection of teams; three studies were stratified, one by gender and competition level (26), one by age, sex and league level (27) and another by the number of players enrolled at each school (28).

Four studies included only elite players (26,28–30) and one included elite/amateur/recreational level (27). One study included U19 and senior league (27), one only senior league (26), two U16 league (29,30) and one U15, U17 and U19 (28).

Data collection was done differently for all studies both qualitatively and quantitatively. Østerås and al (30) give little information. We only know that they gave a questionnaire before and after the season but unfortunately, they didn't explain how they collected compliance, and they didn't calculate the response rate.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Sommervold and al (29) opted for a monthly collection through coaches. Andersson (26), Achenbach (27) and Asker (28) used an online questionnaire via email, SMS or application. Only Andersson (26) and Asker (28) sent automatic reminders to non-responders per email and SMS and after that, visits or phones of teams were organized to complete the questionnaire on paper.

All authors have chosen a follow-up of one season but one decided to evaluate outcomes at the start and end of the season (30), one every month (26,29), one every two weeks (27) and one weekly (28).

Finally, Andersson (26) has chosen to exclude acute injuries from analysis and Sommervold (29) to exclude previously undergone shoulder surgery.

II.3.3. Patient population

A total of 1872 handball players were included in the review with 977 females (52%) and 895 males (48%).

The mean BMI was 22.3 kg/m², with a range of 18 - 23.7 kg/m². The mean BMI values were calculated with the mean weight and mean height for Andersson (26) and Achenbach (27) because the BMI was not provided.

Regarding the mean age and the mean years played, only three studies listed the data making it difficult to analyze and compare; the range of mean age was 15.3 - 23.5 years and the range for years played was 8 – 16.3 years (Table 1).

For playing level, it was impossible to calculate a precise number of professional and amateur players because in the study by Achenbach (27) only the number of professional and amateur teams were reported. However, we can notice that Achenbach study (27) represented 30% of all the player so at least 70% are high level.

Author (Publication date)	Østerås et al 2014	Sommervold et al 2017	Andersson et al 2016	Achenbach et al 2022	Asker et al 2022	Total
Players (F/M)	109 (F)	106 (F)	321 (F) / 339 (M)	259 (F) / 320 (M)	182 (F) / 236 (M)	977 (F) / 895 (M)
IG	53 (F)	53 (F)	160 (F) / 171 (M)	123 (F) / 161 (M)	81 (F) / 120 (M)	470 (F) / 452 (M)
CG	56 (F)	53 (F)	161 (F) / 168 (M)	136 (F) / 159 (M)	101 (F) / 116 (M)	507 (F) / 443 (M)
Mean age (years)						
IG	15.3	UD	22.5 (F) / 21.9 (M)	UD	16.5	
CG	15.3	UD	21.6 (F) / 23.5 (M)	UD	16.5	
Mean BMI (kg/m²)						
IG	18.5	UD	23.2 (F) / 25.2 (M)*	23.6 (F)/ 24.6 (M)*	UD	
CG	18	UD	23.4 (F) / 25.6 (M)*	23.7 (F) / 24.5 (M)*	UD	
Mean years played						
IG	8	UD	UD	16.3 (F) / 14.0 (M)	9.5	
CG	8.1	UD	UD	13.3 (F) / 14.3 (M)	9.3	

Tableau 1: Baseline demographic and clinical characteristics of players of each study
F/M = females/males; IG = intervention group; CG = control group; UD = undetermined;
* calculated with mean weight and mean height in each respective article.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

II.3.4. Risk of bias

In the assessment of the risk of bias with EPOC (Figure 2), five criteria out of seven were estimated to have a low risk of bias. The criterion “random sequence generation” was estimated to have a 40% high risk of bias due to important differences were present across study groups for the primary outcome at baseline. Indeed, in the study by Østerås (30) at baseline 34% of the players in intervention group reported shoulder complaints against 23% of the players in the control group. The September questionnaire (baseline) showed 40.4% pain in the throwing shoulder in intervention group and 24.5% in control group in Sommervold study (29). All the studies exhibited significant bias due to "blinding of participants and personnel" as the players were not blinded to the intervention.

Additionally, all the studies experienced a significant loss of players between randomization and analysis due to a lack of completed questionnaires, leading to potential attrition bias. Only Andersson's study (26) conducted a multiple imputation analysis, thereby limiting the risk of bias.

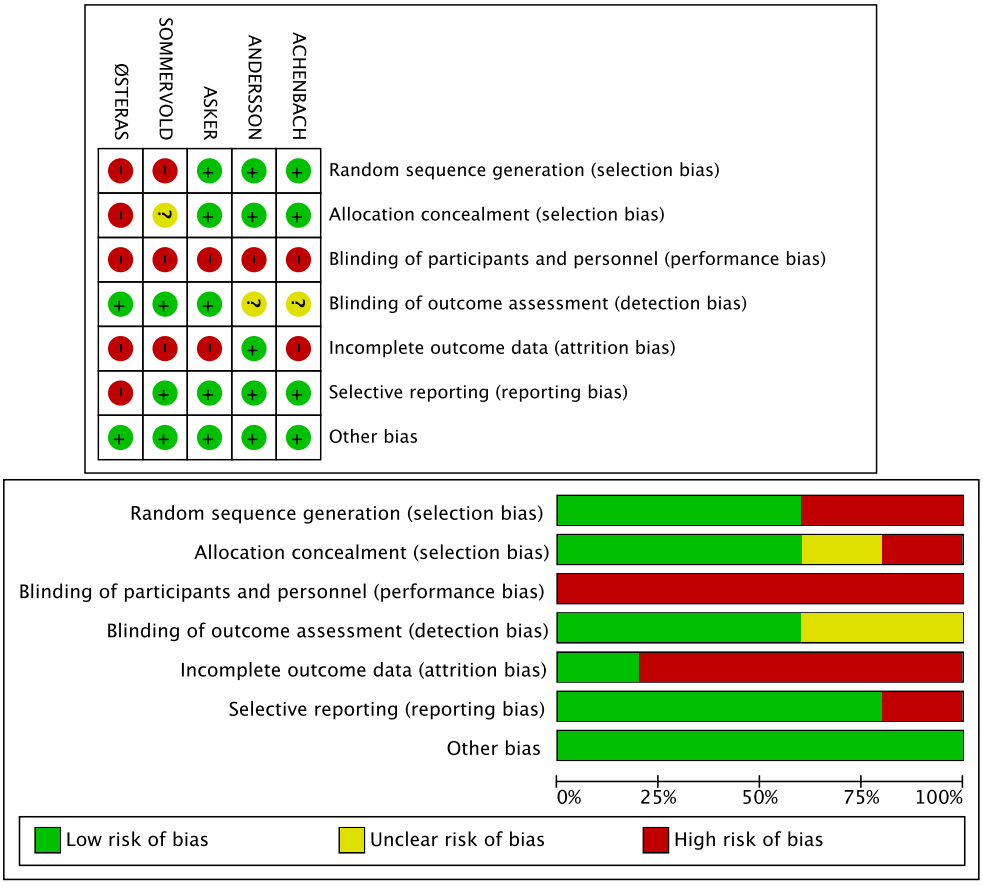


Figure 2: Risk of bias with EPOC

II.3.5. Prevention program (Annex 1, 2, 3, 4, 5)

The 5 studies had their own prevention program, each of which was different. All the programs were based on strength training; one prevention program had only overall shoulder muscle strengthening exercises with push-ups and an exercise consisting of moving the body from elbow standing to hand standing with extended elbows and then down to elbow standing again which introduce instability (29). Other studies introduce specific shoulder muscle strengthening exercises for external rotation strength (26-28,30) and scapular muscle strength (26-28). Some prevention programs have added exercises to improve glenohumeral rotation internal range of motion (ROM IR) (26-28), trunk mobility and kinetic chain (26-28) (Table 2).

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Studies (design)	Population	Intervention group / Control group	Outcomes	Results	Authors conclusion
Effects of a strength-training program for shoulder complaint prevention in female team handball athletes. A pilot study. Havard Østerås 2015 (Interventional controlled study using a random selection of teams)	Junior female handball players from highest club of Norwegian junior league U16 season 2012-2013	**Intervention group:** Prolonged part of the warm up (Annex 1): 1) Push-ups 3x12 repetitions 2) Shoulder internal rotation (90° abducted upper arm) 3x20 repetitions with elastic 3) Shoulder external rotation (90° abducted upper arm) 3x20 repetitions with elastic **Control group:** Classical warm-up	**Primary outcome:** Number of players reported shoulder complaints defined by a player who drop training sessions and/or matches (modified version of Fahlström questionnaire was used) **Secondary outcomes:** * Pain intensity (VAS 0 to 100 mm) * Muscular strength of upper bodies by performing a maximal repetition test of push-ups	* 7 teams included (109 players) * Shoulder complaints at pretest was 34% in intervention group and 23% in control group. At posttest 11% in intervention group and 36% in control group. * High-significance ($p<0.001$) in the increase in shoulder strength between 2 groups, as measured by the number of push-ups. (+300% in intervention group) * No results for pain intensity	* Positive effects of a strength-training preventive program of shoulder complaints by additional shoulder girdle strength. *Necessary to investigate optimal exercises and dosage
What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players? Maria Sommervold 2017 (Interventional controlled study using a random selection of teams)	Junior female handball players from highest club of Trondela region in Norwegian junior league U16 season 2014-2015	**Intervention group:** Prolonged part of the warm up, 3 times a week (Annex 2): 1) Push-ups, 3 x 12 repetitions 2) Moving the body from elbow standing to hand standing with extended elbows and then down to elbow standing again, 3 x 12 repetitions **Control group:** Classical warm-up	**Primary outcome:** Pain intensity with VAS (0-100mm) **Secondary outcomes:** * Quick-DASH * 3 physical tests at baseline and postest: 1) Maximal repetition test of push-ups 2) Maximal throwing distance 3) Strength of the internal and external rotators of the throwing shoulder measured with a handheld dynamometer	* 6 teams included (106 players) * No significant difference in or between the groups at baseline or posttest for mean pain intensity (VAS) * No difference significant for Quick Dash * Difference significant for quick DASH sport * Functional test significant for push-ups and no significant for throwing distance and strenght of internal and external rotators	A strength-training program had no effect on preventing shoulder pain among junior female team handball players.
Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. Stig Haugsboe Andersson 2016 (Interventional controlled study using a random selection of teams stratified by gender and competition level)	Players in the two top seniors divisions in Norway season 2014-2015	**Intervention group:** 5 groups of 3 exercices 3 times a week aiming at increasing the glenohumeral internal range of motion, external rotation strength, scapular muscle strength, improve the kinetic chain and thoracic mobility (Annex 3). **Control group:** Classical warm-up	**Primary outcome:** Prevalence of shoulder problems using OSTRC-O and substantial shoulder problems (= moderate or major effect on training or performance in OSTRC-O) **Secondary outcomes:** * Severity score of injuries (0 to 100) calculated with OSTRC-O. * Exposure to handball training, match play and additional strength training six times during the season	* 46 teams included (660 players) * Lower risk of shoulder problems in the intervention group compared with the control group (OR 0.72, 95% CI 0.52 to 0.98, p=0.038) * No significant difference for substantial shoulder problems between the intervention and control groups (OR 0.78, 95% CI 0.53 to 1.16 p= 0.23). * The average severity score of the shoulder problems reported was 29 in the intervention group and 35 (95% CI 32 to 37) in the control group. * Exposure: control group having 17 more minutes of strength training per week (p=0.004).	The OSTRC Shoulder Injury Prevention Programme should be included as a part of the warm-up in throwing sports.

Table 2.1: Summary of studies evaluating a program to prevent shoulder injuries in handball

Jules YONNEAU | Thèse d'exercice | Université de Limoges | 2024
Licence CC BY-NC-ND 3.0

Studies (design)	Population	Intervention group / Control group	Outcomes	Results	Authors conclusion
Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomised controlled trial with 579 handball athletes. Leonard Achenbach 2021 (Interventional controlled study using a block-stratified cluster randomisation 1:1)	Players aged over 16 years in elite or amateur league during season 2019-2020 in Germany	**Intervention group:** 5 exercices blocks from 3 steps 3 times a week for work scapular activation/strength/control, external rotation strength and rotational internal range of motion (Annex 4). **Control group:** Usual training modules	**Primary outcome:** Prevalence of overuse injury using OSTRC-O **Secondary outcomes:** * Substantial shoulder injury (= moderate or major effect on training or performance in OSTRC-O) * Intensity of symptoms with short handball WOSI	* 61 teams (579 players) * No significant difference in the prevalence of overuse shoulder injury was found between the intervention group 38.4% vs 35.9% (p=0.542). * No significant difference for substantial overuse shoulder injury: 31.7% the intervention group vs 26.4% in control group (p=0.164) * No differences for the intensity of symptoms	A multicomponent exercise programme using rubber band, stretching and partner exercises did not significantly reduce prevalence or symptoms of overuse injury to the throwing shoulder in primarily amateur and recreational handball athletes of both sexes.
The Effect of Shoulder and Knee Exercise Programmes on the Risk of Shoulder and Knee Injuries in Adolescent Elite Handball Players. Martin Asker 2022 (Interventional controlled study using a three-Armed Cluster Randomisation)	Players aged 14 to 19 years in elite level during season 2018-2019 in Sweden	**Intervention group:** 5 exercises with 4 levels 3 times a week and consinsting in shoulder and trunk strength, control and mobility and It includes a throwing programme to be performed during the off-season and pre-season (Annex 5). **Control group:** Usual training modules	**Primary outcome:** Number of first-time shoulder injury events during the study follow-up per 1,000 h of handball play using OSTRC-O **Secondary outcomes:** * Time-loss shoulder and knee injury with OSTRC-O * Substantial shoulder problems (= moderate reduction in training volume or performance with the OSTRC-O) * Any shoulder : Reporting anything but “full participation without any shoulder/knee problem” with the OSTRC-O * Weekly prevalence of substantial shoulder problems * Weekly prevalence of any shoulder problems	* 12 teams (418 players) * The intervention group had a 56% lower shoulder injury rate than the control group (HRR 0.44; 95% CI 0.29 to 0.68 with P < 0,001). The ARR between the intervention group and control group was 11% (95% CI 4 to 18) and the NNT was 9 (95% CI 24 to 6). * Intervention group has a 56% lower rate of time-loss shoulder injury (p < 0,001), a 49% lower rate of substantial shoulder problems (p < 0,01) and a 51% lower rate of any shoulder problems (p < 0,01). * Weekly prevalence of any shoulder problem and substantial shoulder problems during the trial period was 3% and 1% in the intervention group and 8% and 2% in the control group.	* The IPEPs Shoulder Control reduced the risk of shoulder injuries in adolescent elite handball players. * The Shoulder Group reduced also the total weeks shoulder injuries and the substantial shoulder injuries compared with the Control Group.

Table 2.2: Summary of studies evaluating a program to prevent shoulder injuries in handball

Jules YONNEAU | Thèse d'exercice | Université de Limoges | 2024
Licence CC BY-NC-ND 3.0

II.3.6. Outcomes

Shoulder injury

Østerås (30) has chosen the number of players who reported shoulder complaints defined by a player who dropped training sessions and/or matches (a modified version of the Fahlström questionnaire originally for badminton players to identify the rate of shoulder complaints (31) was used). Three studies used the Overuse Injury Questionnaire a validate questionnaire for registration of overuse injuries (OSTRC-O) (32).

Shoulder pain

One study evaluated pain intensity with VAS (Visual Analague Scale).

Overall, two studies found a lower risk of shoulder complaints or problems with the prevention program and the other three studies found no effect.

All the results of primary and secondary outcomes are presented in the Table 2.

II.3.7. Meta-analysis

We found more appropriate to include only the studies by Andersson (26), Achenbach (27) and Asker (28), because the three studies use the OSTRC-O questionnaire as primary outcome, especially to try to reduce heterogeneity. Additionally, the two studies by Østerås (30) and Sommervold (29) presented more bias, did not use validated criteria for shoulder overuse injuries, and incidentally used smaller sample sizes.

The results of this metanalysis presented in figure 3 show an OR of 0.73 (95% CI: 0.45; 1.17). So, the overall trend favoring prevention programs, but the global effect is not statistically significant.

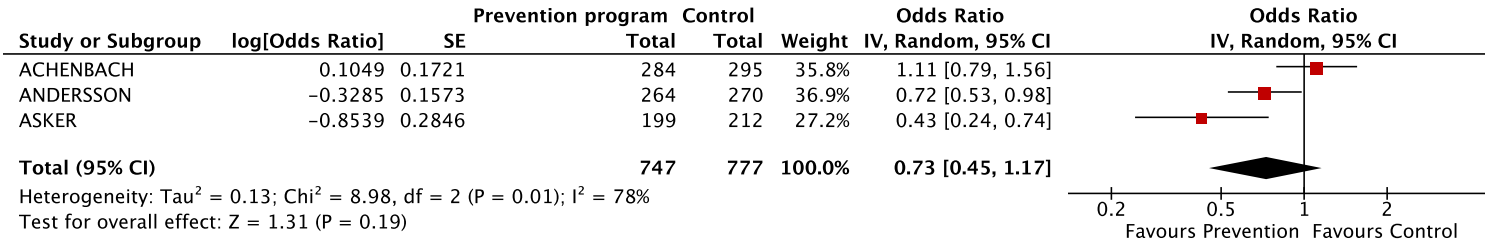


Figure 3: Analysis of shoulder injuries with OSTRC-O questionnaire in prevention program group compared with control intervention

A sensitivity analysis including only high-quality studies was feasible in this meta-analysis. As the Achenbach study presents a significant bias in statistical power attributed to the COVID-19 pandemic (acknowledged by the authors), we performed a sensitivity analysis excluding this study (Figure 4). This sensitivity analysis shows a change in the overall effect with an OR of 0.58 (CI: 0.35; 0.74) and a decrease in a moderate heterogeneity with an I^2 of 62%. Results showed consistency with the main results.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

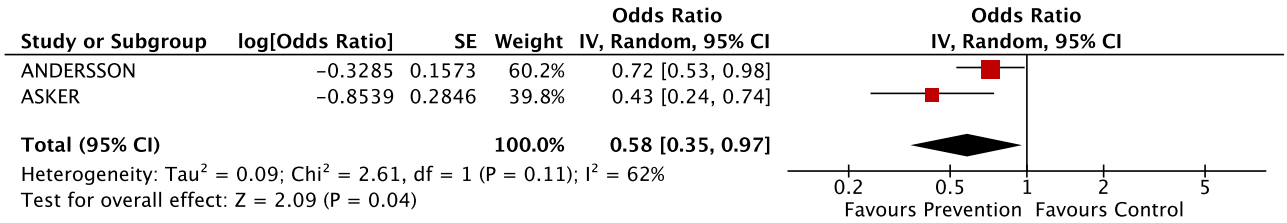


Figure 4: Sensitivity analysis without Achenbach study, using OSTRC-O questionnaire as primary outcome

II.3.8. Compliance with prevention program

Compliance varied between studies from 43% to 71%. First, in Summervold study (29) no players filled in the compliance form therefore no data are available. A moderate compliance was retrieved for Andersson and al study (26) with 32% of players having completed at least 2 sessions out of 3 and for Asker study (28) with a mean of 1.3 prevention program sessions completed by players every week for an average of 2.2 training sessions per week. Finally, two studies have high compliance with 72% in Østerås study (30) and 64% of players having completed at least 2 sessions out of 3 in Achenbach study (27).

II.3.9. Response rate

All the studies have a high response rate with a range of 60.5% - 86% of questionnaires returned by players for posttest. There was no difference between interventional group and control group except in Sommervold and al (29) with a response rate of 70% in control group and 92% in intervention group with no explanation provided.

Otherwise, 2 out of 4 studies who have several questionnaires during the season note an important decrease of response rate. In the Achenbach et al study (27) there was a response rate of less than 45% in the two last months in both group, and for Summervold and al study (29) the response rate for the intervention group in the two months preceding the posttest was only 47.1% and 28.3%. Note that response rates were not calculated in the Østerås study (30).

II.4. Discussion

Finally, we carried out a meta-analysis which showed no overall effect of prevention programs on overuse injuries, with a high heterogeneity, even though these 3 studies had strong similarities and a common primary outcome. Given the high heterogeneity (I2: 78%), we attempted to identify potential points of divergence. However, we observed discrepancies in the initially included populations. Achenbach included both amateur and professional players, unlike Asker and Andersson who included only high-level players; the population might also be older based on the inclusion criteria, but in the absence of an average age provided in this study, this remains hypothetical. As we observed in the sensitivity analysis, Achenbach's study appears to have a notable impact on both the overall effect size and heterogeneity. This indicates that the meta-analysis lacks robustness and further research is necessary to confirm any conclusions. This meta-analysis highlights the need to standardize populations and intervention programs in studies to conclusively determine the true effectiveness of prevention programs.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Given the lack of robustness of the meta-analysis, we tried to understand what differentiates significant studies from non-significant ones by dissecting prevention programs. We decided to begin by discussing each study individually before making comparisons.

Østerås et al. (30) showed that shoulder complaints increased in the control group and decreased in the prevention program group. We have to be careful with these results because no significance of the results is mentioned, and this pilot study had some bias. There is a low number of players at baseline n=109 and only 72 players at the end of the season without the use of sample size calculator, only young females were included, a fourth control team was added to get approximately equal number of players in the two groups, and the questionnaire was not validated.

In Sommervold study (29), mean pain intensity measured using the VAS showed no significant difference in or between the groups at baseline or posttest. The two exercises included in the prevention program were based on push-ups movement. As shown by Borreani and al. (33) and Calatayud and al. (34) in EMG study, the push-ups increase muscle strength in the triceps brachii, upper trapezius, anterior deltoid and clavicular pectoralis. These exercises did not strengthen the muscles of rotator cuff and in particularly the external rotation strength which is one of the most frequently risk factors found in the literature (3,7,16). In addition, one of the secondary outcomes of this study was the strength of the internal and external rotators measured with a handheld dynamometer and the difference at baseline and posttest was not significant. Thus, it is likely that the lack of significant difference is due to exercises not acting on the muscle groups which have been identified as injury risk factors. Additionally, there are some limitations with no data on personal characteristics and for compliance.

The Achenbach study (27) did not find a significant difference in the prevalence of overuse shoulder injury. This study had a good methodology with randomized controlled design, a high number of participants and a high compliance; however, no difference in overuse injuries was seen between the intervention group and the control group. Several factors may explain this result, for example, the target sample size was not reached (n= 825 instead of 924) and a quarter of the participants were lost due to insufficient reporting; so, the power was probably not big enough and a premature ending of the season due to the COVID-19 pandemic shortened the intervention time.

Andersson et al (26) showed reduced risk of overuse injuries in the intervention group but no significant difference in the risk of reporting substantial overuse injuries when defined by a moderate or severe reductions in training volume or performance or a total inability to participate. A subanalysis of compliance showed a significantly lower risk of substantial overuse injury if the player did the prevention program at least once per week. However, this is the result of a subgroup analysis, so it has low statistic power. Additionally, the lack of compliance and more strength training in group control may have underestimated the results on substantial overuse injuries. This study has a large number of players and a good methodology, but two limitations have been raised: first the inability to include player exposure as a potential confounder due to a lower response rate for the exposure data, second the lower prevalence than other studies potentially due to a crossover effect. Furthermore, if we focus on extent of effectiveness, we can note that the odds ratio of this study is lower than those of the study on prevention of injuries to the anterior cruciate ligament of knee for example (35).

Asker et al (28) found a significant lower risk of shoulder injuries in adolescent elite handball players but also a reduction of the secondary outcomes: total weeks shoulder injuries and substantial shoulder injuries. Even if we cannot draw conclusion with secondary outcomes,

Licence CC BY-NC-ND 3.0

this study is the first study to find significant difference for substantial shoulder injuries. Furthermore, we can identify two potential biases in this study. First, like all the studies of this systematic review who use self-reported questionnaire, there is a classification bias. Second, there is a difference in the baseline characteristics with more players at national level in the shoulder program group than control group. However, this bias has probably a little impact knowing that several studies find no or a modest influence of the level of play (3,6,16).

Finally, we were able to isolate two program models: on the one hand Østerås et al (30) and Sommervold et al (29) integrated only a few exercises and focusing mainly on muscle strengthening exercises; on the other hand, Andersson et al (26), Achenbach et al (27) and Asker et al (28) a more global work around the shoulder. If we compare the program of Andersson et al (26), Achenbach et al (27) and Asker et al (28) we can see that they all work internal rotation ROM, external rotation strength and scapular strength plus control. However, Andersson (26) and Asker (28) have added trunk mobility and strengthening exercises. These exercises are potentially non-negligible as Machado's meta-analysis found that throwing athletes with shoulder injuries had worse trunk stability and endurance tests (36).

The players also performed more repetitions per exercises in Andersson and Asker program than Achenbach program (3 sets of 8-16 repetitions / 2-3 sets of 30 seconds vs 2 or 3 sets of 8-10 repetitions). When we analyze the program in detail, we can see that Andersson (26) and Asker (28) have used more complex exercises. These exercises include kinetic chain work aimed at enhancing the transfer of energy from the feet to the hand during shooting. That could potentially improve both performance and injury risk, as demonstrated by Cope with lumbopelvic control (37). They also integrated exercises with rubber band or ball that can be assimilated to plyometric exercises and so neuromuscular exercises. Swanik (38) made a study on swimmers who show a 6 weeks plyometric training with elastic tubing and pitchback system improve proprioception, kinesthesia, endurance and amortizing time and so functional stability of the shoulder. It will be interesting to study if a specific neuromuscular exercise with for example the pitchback system by reproducing handball passing or shooting movement decrease handball overuse injuries. Another element that may have influenced effectiveness is the teaching of the program to the players. Indeed, at the beginning of the season, Andersson (26) and Asker (28) organized sessions for each team to learn the different exercises making up prevention programs while Achenbach (27) sent written instructions by email and a DVD with the exercises. All these arguments support the sensitivity analysis, which showed a significant overall effect with an OR of 0.58 (p: 0.04).

Shoulder injuries are very common for handball players. In this systematic review, the studies focused on overuse injuries as opposed to traumatic injuries, because the identified risk factor mostly led to overuse injuries. Wilk (39) declared in a clinical commentary that overuse injuries are more frequent in throwing sports, Østerås (30) found 55% of shoulder overuse injury, however the epidemiologic study by Mashimo (2) among Japanese university handball players found 57 traumatic shoulder injuries and 19 overuse shoulder injuries: ie 25% of overuse injuries. This discordance is probably the consequence of the difficulties in defining overuse injuries, as well as whether and the studies were conducted with amateur or elite players as the number of hours of practice can greatly differ. The definition of overuse injury is a non-traumatic injury which is very subjective (40). Indeed, should a simple pain be considered as an overuse injury? This problematic definition could explain the multitude of different primary outcomes in this analysis. The validated OSTRC Overuse Injury Questionnaire used by the latest studies Andersson and al (26), Achenbach and al (27) and Asker and al (28) seems to

Licence CC BY-NC-ND 3.0

be a good compromise by combining reports of pain with difficulties to participating in normal training and competition, reduction training volume and affection of performances.

We are aware that the inclusion of Sommervold study (29) which uses VAS as the primary outcomes is a limit since it is not specific to an overuse injury. This was a voluntary choice to have the most possible exhaustive study.

One of the most important issues of prevention programs is the compliance. Soligard (41), Steffen (42) and Silvers-Granelli (43) showed that the compliance of the FIFA or FIFA 11+ program, who is one of the most famous prevention program today for football injury prevention, is significantly linked with the reduction of injury risk. Soligard (41) noted also that teams with a coach who used in the past a prevention program have a lower risk of injury. The compliance of the studies in this review (between 43% to 71%) is lower than the studies in Thorborg's (44) systematic review of FIFA/FIFA +; for the FIFA program composed of ten exercises, compliance was between 52% to 71% and for the FIFA + program composed of fifteen exercises, compliance was between 60% to 98%. These results are surprising because as we saw in this study, the more complex and numerous the exercises in the program is, the more the compliance decrease. Proof of the effectiveness of these programs and therefore better communication regarding the importance of carrying out these programs surely has a significant role in this increase in compliance. We have not found any studies exploring the link between the number of exercises in a program and compliance, which could assist in the development of future programs.

Due to the lack of clear evidence on the effectiveness of a program to prevent shoulder injuries in handball players, we believe that future programs should be based on expert opinion, as with DELPHI study that Fredriksen (45) and Lau (46) began to do. It would also be interesting to include in the secondary outcomes the impact that the interventions have on the risk factors of overuse injuries to be certain of their desired effectiveness. One of the challenges for tomorrow will also be to succeed in combining the different prevention programs (for example prevention of the shoulder and the knee anterior cruciate ligament) while keeping the completion time reasonable.

II.5. Conclusion

This study did not demonstrate the effectiveness of prevention programs for handball shoulder injuries and emphasizes the need for more standardized research protocols to improve knowledge in this area. Until further studies are conducted, it seems more prudent to use programs that include specific exercises for internal rotation, the scapula, the trunk, and neuromuscular control in addition to strengthening exercises.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

II.6. Bibliography

1. Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MRC, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. Scand J Med Sci Sports. févr 2017;27(2):195-202.

2. Mashimo S, Yoshida N, Moriwaki T, Takegami A, Suzuki K, Fong DTP, et al. Injuries in Japanese university handball: a study among 1017 players. Res Sports Med Print. oct 2021;29(5):475-85.

3. Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, Munk R, Myklebust G. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. Br J Sports Med. sept 2014;48(17):1327-33.

4. Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Risk factors for overuse shoulder injuries in a mixed-sex cohort of 329 elite handball players: previous findings could not be confirmed. Br J Sports Med. sept 2018;52(18):1191-8.

5. Aasheim C, Stavenes H, Andersson SH, Engbretsen L, Clarsen B. Prevalence and burden of overuse injuries in elite junior handball. BMJ Open Sport Exerc Med. 2018;4(1):e000391.

6. Asker M, Holm LW, Källberg H, Waldén M, Skillgate E. Female adolescent elite handball players are more susceptible to shoulder problems than their male counterparts. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. juill 2018;26(7):1892-900.

7. Achenbach L, Laver L, Walter SS, Zeman F, Kuhr M, Krutsch W. Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. avr 2020;28(4):1202-11.

8. Møller M, Nielsen RO, Attermann J, Wedderkopp N, Lind M, Sørensen H, et al. Handball load and shoulder injury rate: a 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. Br J Sports Med. févr 2017;51(4):231-7.

9. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc. avr 2003;19(4):404-20.

10. Walch G, Boileau P, Noel E, Donell ST. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. J Shoulder Elbow Surg. sept 1992;1(5):238-45.

11. Garofalo R, Karlsson J, Nordenson U, Cesari E, Conti M, Castagna A. Anterior-superior internal impingement of the shoulder: an evidence-based review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA. déc 2010;18(12):1688-93.

12. Struhl S. Anterior internal impingement: An arthroscopic observation. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc. janv 2002;18(1):2-7.

13. Gerber C, Sebesta A. Impingement of the deep surface of the subscapularis tendon and the reflection pulley on the anterosuperior glenoid rim: a preliminary report. J Shoulder Elbow Surg. 2000;9(6):483-90.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

14. Bere T, Alonso JM, Wangensteen A, Bakken A, Eirale C, Dijkstra HP, et al. Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. Br J Sports Med. sept 2015;49(17):1151-6.

15. Mashimo S, Yoshida N, Takegami A, Suzuki K, Onishi S. Injury pattern according to player position in Japanese youth handball: A cross-sectional study among 2377 players. Phys Ther Sport. 1 juill 2021;50:7-14.

16. Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, Croisier JL, Beaudart C, Bruyère O, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. Sports Health. oct 2020;12(5):478-87.

17. Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. Am J Sports Med. 1998;26(5):681-7.

18. Forthomme B, Croisier JL, Delvaux F, Kaux JF, Crielaard JM, Gleizes-Cervera S. Preseason Strength Assessment of the Rotator Muscles and Shoulder Injury in Handball Players. J Athl Train. févr 2018;53(2):174-80.

19. Moller M, Attermann J, Myklebust G, Wedderkopp N. Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. Br J Sports Med. juin 2012;46(7):531-7.

20. Tabben M, Landreau P, Chamari K, Juin G, Ahmed H, Farooq A, et al. Age, player position and 2 min suspensions were associated with match injuries during the 2017 Men's Handball World Championship (France). Br J Sports Med. avr 2019;53(7):436-41.

21. Edouard P, Degache F, Oullion R, Plessis JY, Gleizes-Cervera S, Calmels P. Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. Int J Sports Med. 2013;34(7):654-60.

22. Asker M, Waldén M, Källberg H, Holm LW, Skillgate E. Preseason Clinical Shoulder Test Results and Shoulder Injury Rate in Adolescent Elite Handball Players: A Prospective Study. J Orthop Sports Phys Ther. févr 2020;50(2):67-74.

23. Hickey D, Solvig V, Cavalheri V, Harrold M, Mckenna L. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. janv 2018;52(2):102-10.

24. Hogan C, Corbett JA, Ashton S, Perraton L, Frame R, Dakic J. Scapular Dyskinesis Is Not an Isolated Risk Factor for Shoulder Injury in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. août 2021;49(10):2843-53.

25. Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the « Scapular Summit ». Br J Sports Med. sept 2013;47(14):877-85.

26. Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Preventing overuse shoulder injuries among throwing athletes: a cluster-randomised controlled trial in 660 elite handball players. Br J Sports Med. juill 2017;51(14):1073-80.

27. Achenbach L, Huppertz G, Zeman F, Weber J, Luig P, Rudert M, et al. Multicomponent stretching and rubber band strengthening exercises do not reduce overuse shoulder injuries: a cluster randomised controlled trial with 579 handball athletes. BMJ Open Sport Exerc Med. 2022;8(1):e001270.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

28. Asker M, Hägglund M, Waldén M, Källberg H, Skillgate E. The Effect of Shoulder and Knee Exercise Programmes on the Risk of Shoulder and Knee Injuries in Adolescent Elite Handball Players: A Three-Armed Cluster Randomised Controlled Trial. Sports Med - Open. 14 juill 2022;8(1):91.

29. Sommervold M, Østerås H. What is the effect of a shoulder-strengthening program to prevent shoulder pain among junior female team handball players? Open Access J Sports Med. 2017;8:61-70.

30. Østerås H, Sommervold M, Skjølberg A. Effects of a strength-training program for shoulder complaint prevention in female team handball athletes. A pilot study. J Sports Med Phys Fitness. août 2015;55(7-8):761-7.

31. Fahlström M, Yeap JS, Alfredson H, Söderman K. Shoulder pain -- a common problem in world-class badminton players. Scand J Med Sci Sports. juin 2006;16(3):168-73.

32. Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. Br J Sports Med. mai 2013;47(8):495-502.

33. Borreani S, Calatayud J, Colado JC, Tella V, Moya-Nájera D, Martin F, et al. Shoulder muscle activation during stable and suspended push-ups at different heights in healthy subjects. Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med. août 2015;16(3):248-54.

34. Calatayud J, Borreani S, Colado JC, Martín FF, Rogers ME, Behm DG, et al. Muscle Activation during Push-Ups with Different Suspension Training Systems. J Sports Sci Med. sept 2014;13(3):502-10.

35. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med. mars 2003;13(2):71-8.

36. Machado E de M, Haik MN, Ferreira JK, da Silva Santos JF, Camargo PR, Mendonça LDM. Association of trunk and lower limb factors with shoulder complaints and sport performance in overhead athletes: A systematic review including GRADE recommendations and meta-analysis. Phys Ther Sport. 1 mars 2023;60:112-31.

37. Cope T, Wechter S, Stucky M, Thomas C, Wilhelm M. THE IMPACT OF LUMBOPELVIC CONTROL ON OVERHEAD PERFORMANCE AND SHOULDER INJURY IN OVERHEAD ATHLETES: A SYSTEMATIC REVIEW. Int J Sports Phys Ther. juill 2019;14(4):500-13.

38. 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(6):579-86.

39. Wilk KE, Obma P, Simpson CD, Cain EL, Dugas JR, Andrews JR. Shoulder injuries in the overhead athlete. J Orthop Sports Phys Ther. févr 2009;39(2):38-54.

40. Aicale R, Tarantino D, Maffulli N. Overuse injuries in sport: a comprehensive overview. J Orthop Surg. 5 déc 2018;13(1):309.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

41. Soligard T, Nilstad A, Steffen K, Myklebust G, Holme I, Dvorak J, et al. Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. Br J Sports Med. sept 2010;44(11):787-93.

42. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J, et al. High adherence to a neuromuscular injury prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: a cluster randomised trial. Br J Sports Med. août 2013;47(12):794-802.

43. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. Am J Sports Med. nov 2015;43(11):2628-37.

44. Thorborg K, Krommes KK, Esteve E, Clausen MB, Bartels EM, Rathleff MS. Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. Br J Sports Med. avr 2017;51(7):562-71.

45. Fredriksen H, Cools A, Myklebust G. Development of a short and effective shoulder external rotation strength program in handball: A delphi study. Phys Ther Sport. 1 juill 2020;44:92-8.

46. Lau R, Mukherjee S. Developing the Singapore youth shoulder overuse injury prevention program. Phys Ther Sport. janv 2024;65:30-7.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

ANNEX 1: Strength-training preventive program from Østerås H.

1. Push-ups plus the floor, 3x12 repetitions of high fatigue, 30 seconds break between the series, explosive performance, 0- to 90-degree flexion of the elbows, elbows abducted 45 degrees from the thorax, manual resistance training with a partner.
2. Standing shoulder rotation inwards; 90 degrees abducted upper arm, 3x20 repetitions with elastic to moderate fatigue on throwing arm. 30 seconds break between series. Important to the proper execution: rotation around an axis through the upper arm.
3. Standing shoulder rotation outwards, 90 degrees abducted upper arm, 3x20 repetitions with elastic to moderate fatigue on throwing arm. 30 seconds break between series. The movement is the same as exercise 2, but the rubber band is exercised from the opposite direction.

The percentage of prescribed training was calculated for each player as the reported number of completed sessions of the intervention, divided on the intended number of total sessions during the intervention period.

ANNEX 2: Strength-training program from Sommervold M.

As a prolonged part of the warm-up period of training, the players in the intervention group performed two exercises three times a week throughout the season (seven months). The exercises were performed with 3 × 12 repetitions of high fatigue:

1. Push-ups with 1 minute break between the series, explosive performance, 0°–90° flexion of the elbows, elbows abducted 45° from the thorax.
2. Moving the body from elbow standing to hand standing with extended elbows and then down to elbow standing again. The purpose of the exercise was to have the athletes develop force in an instable setting.

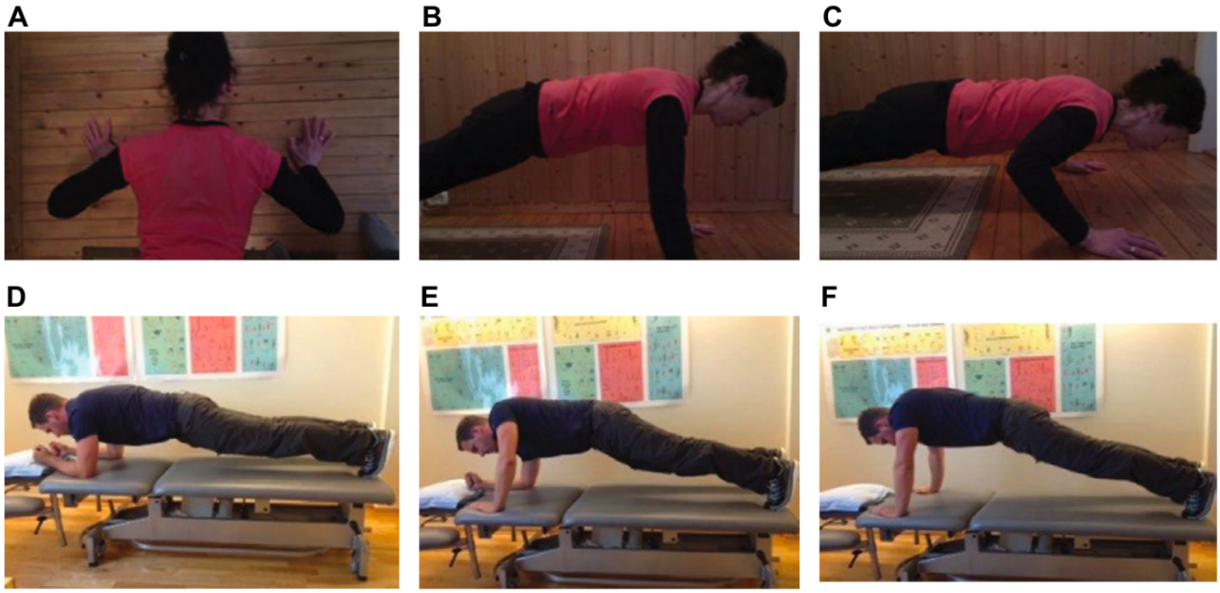
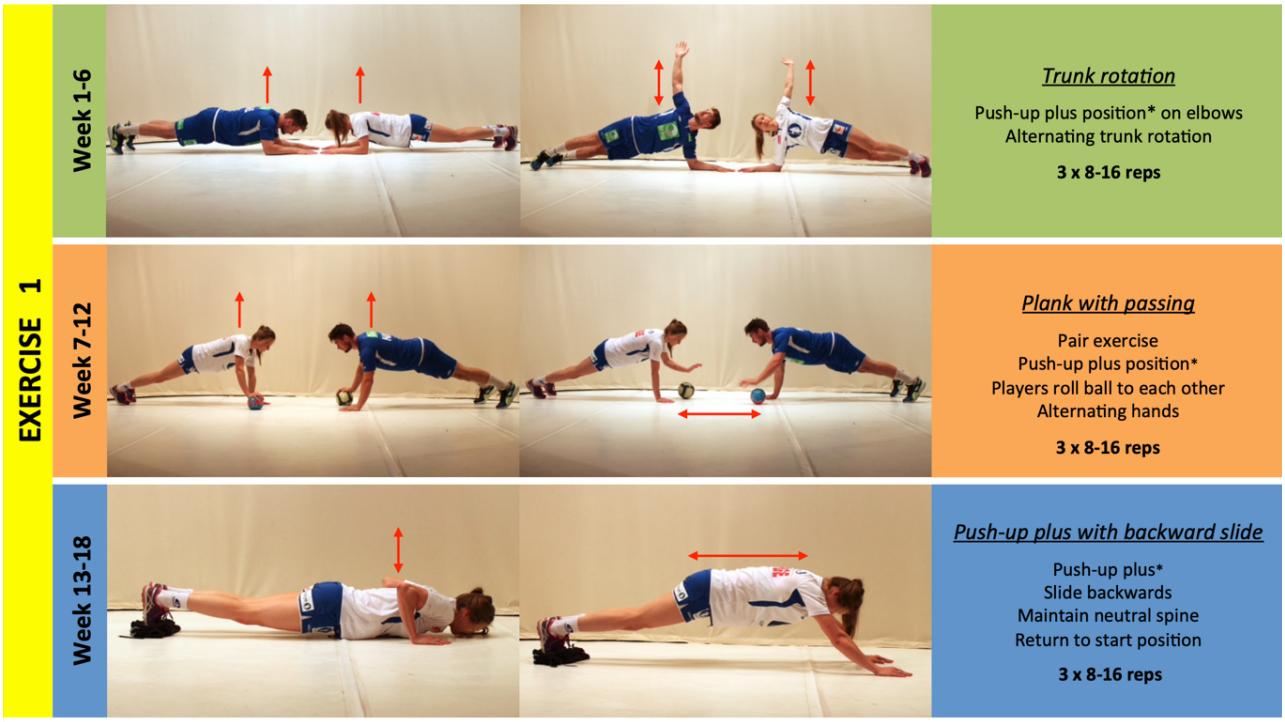


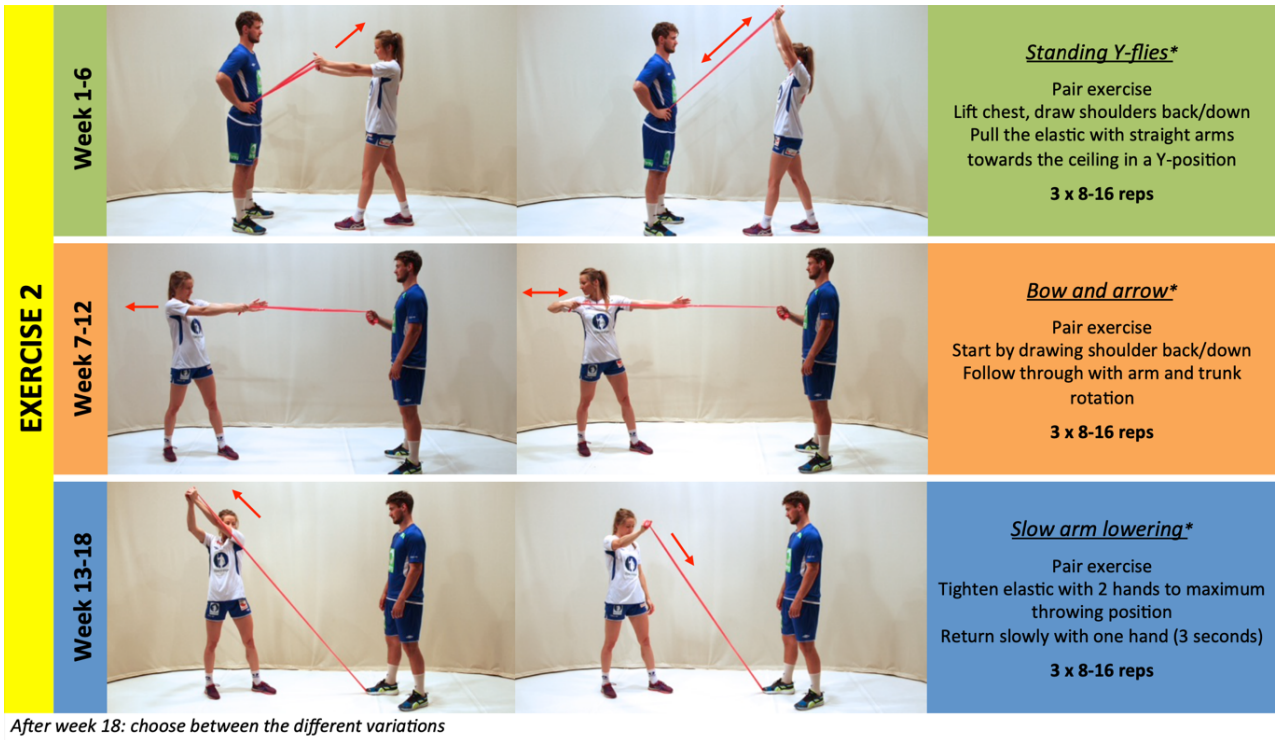
Figure 1 (**A, B** and **C**) Push-ups. (**D**) Push exercise starting position. (**E**) Push exercise mid-position. (**F**) Push exercise end position.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

ANNEX 3: OSTRC Shoulder Injury Prevention Programme from Oslo Sports Trauma Research Center



After week 18: choose between the different variations
** The push-up plus position is achieved by pushing hands/elbows towards the floor by pushing your shoulder blades forward and out.*



After week 18: choose between the different variations
** Pre-position your shoulders before starting the exercise by lifting your chest and pulling your shoulder blades slightly back and down*

Licence CC BY-NC-ND 3.0

EXERCISE 3

Week 1-6

Trunk rotation

Alternating trunk rotation
Point hand towards ceiling

3 x 8-16 reps

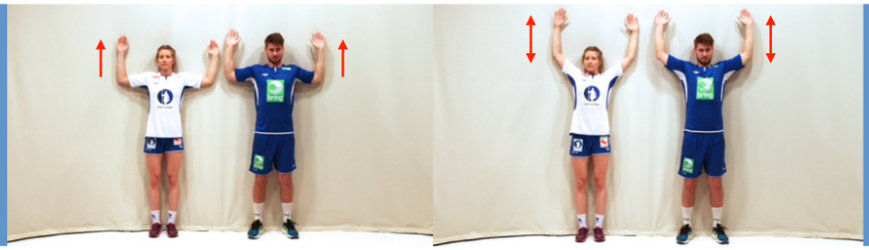
Week 7-12

Dynamic latissimus dorsi stretch

Stand with elbows against wall
Slide arms upwards
Keep forearms vertical
Maintain neutral spine

3 x 8-16 reps

Week 13-18



Dynamic W-stretch

Slide arms upwards
Keep forearms, head and spine against wall

3 x 8-16 reps

After week 18: choose between the different variations

EXERCISE 4

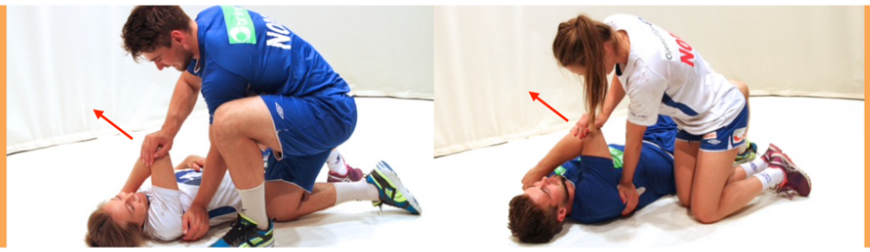
Week 1-6 / 13-18

Sleeper stretch

Lie on your shoulder blade to stabilise it
Keep shoulder slightly under 90°
Push hand downwards towards floor (internal rotation)

3 x 30 seconds

Week 7-12 / 18-24



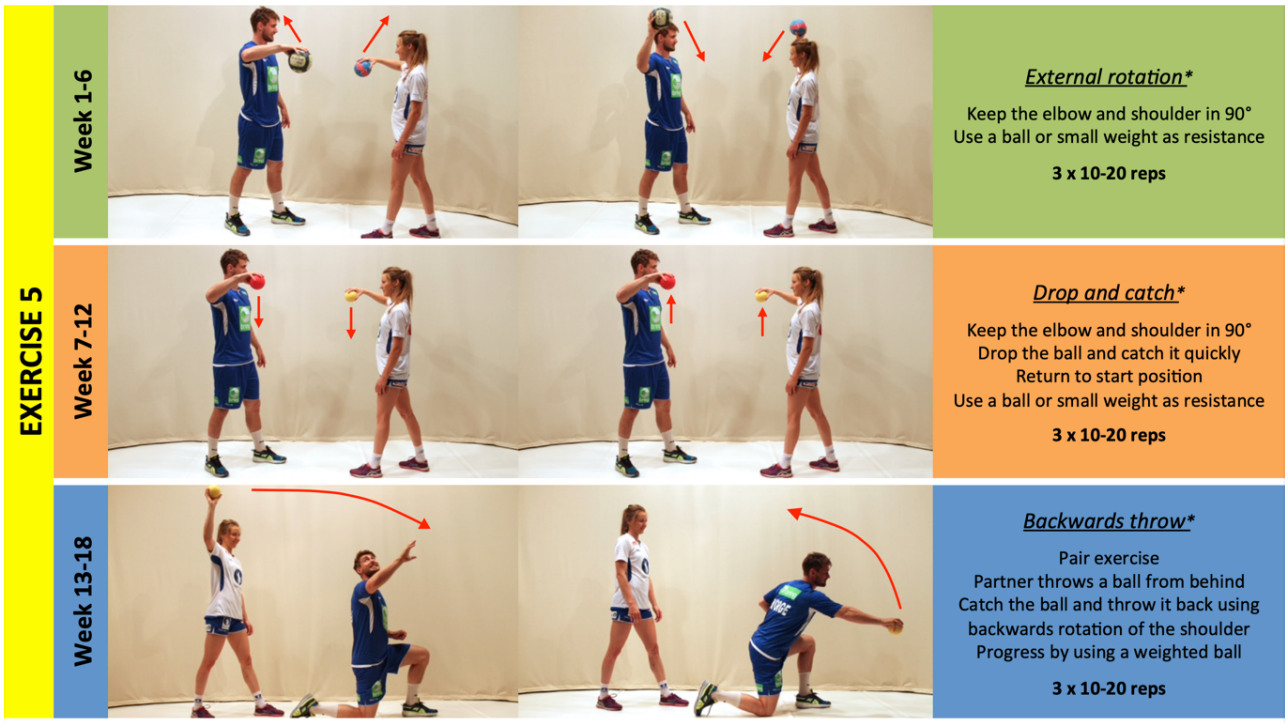
Cross-body stretch

Pair exercise
Keep shoulder slightly under 90°
Partner stretch the elbow across body and prevents shoulder blade from moving

3 x 30 seconds

After week 24: choose between the two variations

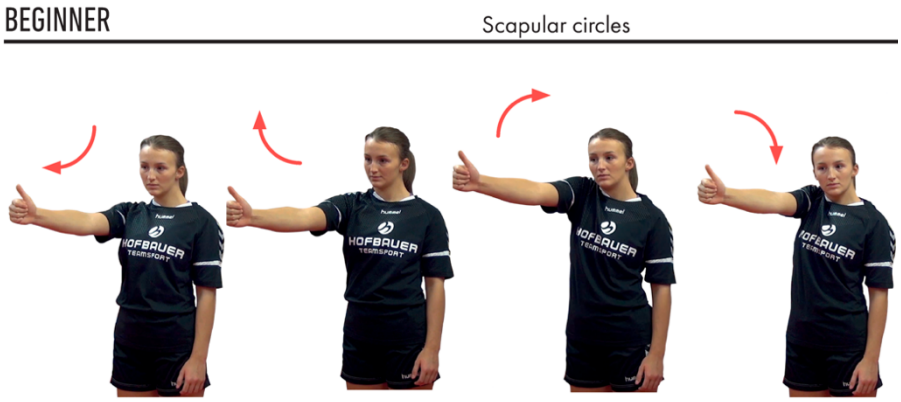
Licence CC BY-NC-ND 3.0

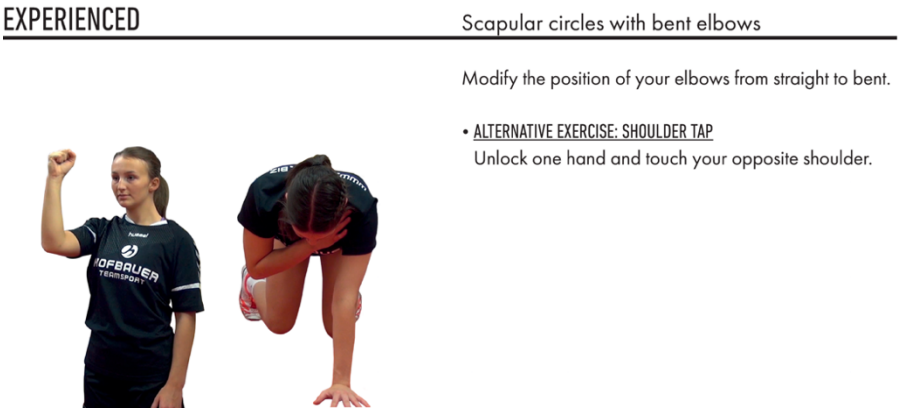


After week 18: choose between the different variations
** Pre-position your shoulders before starting the exercise by lifting your chest and pulling your shoulder blades slightly back and down*

Annex 4: Shoulder ABC prevention exercises from Achenbach L. (Link)

1. **Scapular activation**





Licence CC BY-NC-ND 3.0

ADVANCED — Scapular circles with different arm positions

Modify the direction of your shoulder movement.

- ALTERNATIVE EXERCISE: SINGLE ARM PYRAMID
  Build a human pyramid and touch one hand with your opposite hand.

2. Shoulder strength

BEGINNER — Sharapova with rubber bands

Imitate climbing a ladder up and down with alternating arm movement on a wall. Keep tension in the rubber bands during the entire exercise.

EXPERIENCED — External rotation with a rubber bands at 90°

Keep tension in the rubber band at the starting position with the forearm parallel to the ground. Rotate backwards and upwards and get slowly back to the starting position. Keep your elbow at shoulder height during the entire exercise.

ADVANCED — External rotation partner exercise

Resist but allow partner to push your arm forwards and towards the ground. Keep your elbow at shoulder height during the entire exercise.

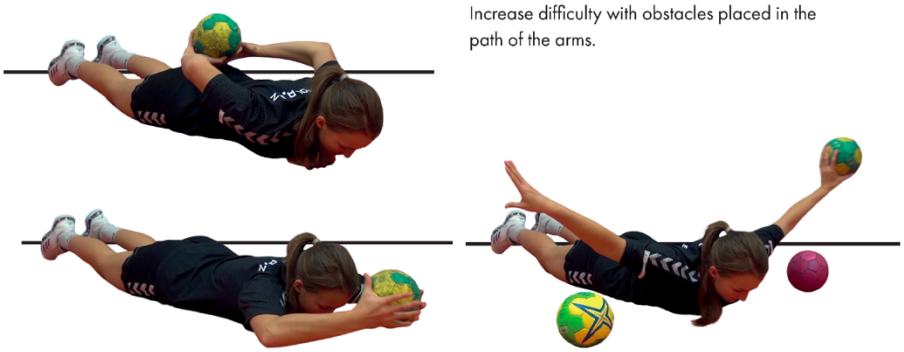
Licence CC BY-NC-ND 3.0

3. Scapular strength

BEGINNER — Reversed snow angel

In prone position, move the handball from one hand to the other over your head and behind your back.

- ALTERNATIVE EXERCISE: WITH OBSTACLES
  Increase difficulty with obstacles placed in the path of the arms.



EXPERIENCED — W, T and Y rubber band exercise

Keep tension in the rubber band at the starting position.
Pull rubber band with straight arms from starting to end position.
Reach W, T or Y position. Alternate end positions.

ADVANCED — Single arm W, T and Y rubber band exercise

Reach W, T or Y position. Pull your opposite (non-throwing) shoulder in opposite direction or lock rubber band with your foot.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

4. Scapular control

BEGINNER

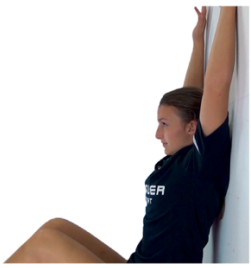
Scapular push-up

Adopt a push-up position with straight elbows, pinch your shoulder blades together and push them forward.

- ALTERNATIVE EXERCISE: WITH KNEE LIFT OFF
  Increase difficulty by lifting your knees from the ground.

EXPERIENCED

Seated wall angel



Adopt a sitting position with your knees pulled to the chest, move your elbows up and down along the wall. Keep contact to the wall with your forearm during the entire exercise.

- ALTERNATIVE EXERCISE: WITH RUBBER BAND

ADVANCED

Y wall slide

Adopt a standing position with the entire length of your forearms touching the wall, slide upwards without losing contact to the wall. Increase difficulty by lifting forearms to the (highest) end position.

- ALTERNATIVE EXERCISE: WITH RUBBER BAND
- ALTERNATIVE EXERCISE: WITH FOREARM LIFT OFF
  At the highest point, lift your forearms off the wall without any lumbar movement.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

5. Shoulder range of motion

Sleeper's stretch

In side-lying position, push your forearm towards the ground and hold.

- ALTERNATIVE EXERCISE: MODIFIED SLEEPER'S STRETCH
  Modify side-lying position by 30° to increase the angle between your trunk and your arm.

Cross-body stretch

In side-lying position, pull your elbow close to your body and hold.

- ALTERNATIVE EXERCISE: MODIFIED CROSS-BODY STRETCH
  Modify side-lying position by 30° to increase the angle between your trunk and your arm.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Annex 5: Shoulder Control exercise programme from Asker M. (Link)

1. Shoulder strength/control – Part 1

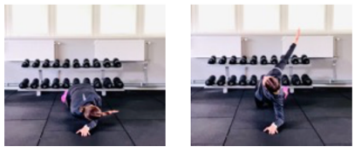
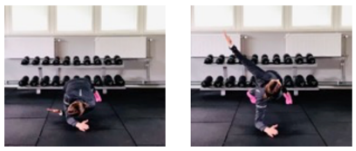
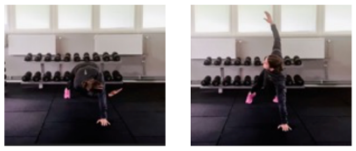
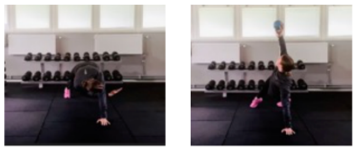
Level A *Instructions:*	**Y-raises with an elastic band** *Stand shoulder wide with an elastic band fixated in front on ground level. With slightly bent elbows, lift the arms so they shape a "Y" and go back to the starting position*	**2-3x30 seconds**	
Level B *Instructions:*	**Archer draws with an elastic band** *Stand with an elastic band fixated in front of the body. Pull the band and rotate the upper body "draw the bow" and go back to the starting position*	**2-3x30 seconds**	
Level C *Instructions:*	**Resisted external rotation in 90-90 position** *Stand shoulder wide with an elastic band fixated in front of the body. Put the arm in a "90-90 position" with the forearm pointing forward. Pull the band and rotate arm backward until the forearm pointing upward and go back*	**2-3x30 seconds**	
Level D *Instructions:*	**Eccentric diagonal patterns – "Lower the arm"** *Stand with one foot in front of the other with an elastic band fixated in front on ground level. With help form the other arm, put the the arm in a throwing position. Slowly lower the arm*	**2-3x30 seconds**	
Partner exercise *Instructions:*	**Reversed arm wrestling – "Clock to clock"** *Stand shoulder wide beside the partner. Put the arm in a throwing position and push the wrist against the partner´s wrist.*	**2-3x15 seconds**	

2. Shoulder strength/control - Part 2

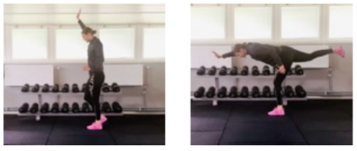
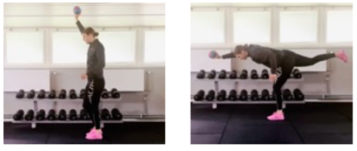
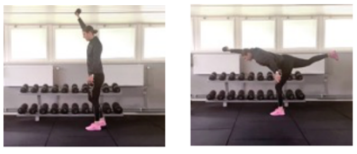
Level A *Instructions:*	**Push plus on knees and forearms** *Elbows are placed beneath the shoulder. Push the upper body up, protract the shoulder and hold for a second and go back to the starting position*	**2-3x30 seconds**	
Level B *Instructions:*	**Overhead elastic band pull apart** *Stand shoulder wide with the arms in an overhead position. Pull the band apart and hold for a second and then go back to the starting position*	**2-3x30 seconds**	
Level C *Instructions:*	**Bench to push up** *Elbows are placed beneath the shoulder. Push the upper body up, protract the shoulder and shift the position to a push up position and back to the starting position again.*	**2-3x30 seconds**	
Level D *Instructions:*	**Superman walkouts** *Stand in a push up position. Move the feet as far as possible while maintaining the body in a straight line*	**2-3x15-30 seconds**	
Partner exercise *Instructions:*	**Wheelbarrow with push plus/bench to push up** *Same as level C but the partner support the ankles*	**2-3x15-30 seconds**	

Licence CC BY-NC-ND 3.0

3. Upper body mobility

Level A *Instructions:*	**Supine rotations** *Lay in a supine position with knees bent and feet on the ground. Put the hands together in front of the chest. Rotate the upper body as far as possible while maintaining the hands together.*	**2-3x30 seconds**	
Level B *Instructions:*	**Rotations in a bench position on knees** *Elbows are placed beneath the shoulder and knees on the ground. Rotate the upper body by putting one arm under the body as far as possible and then rotate to the opposite direction.*	**2-3x30 seconds**	
Level C *Instructions:*	**Rotation in a bench position on toes** *Same as Level B but support on toes instead of knees*	**2-3x15-30 seconds**	
Level D *Instructions:*	**Rotations in a push up position** *Same as Level B but in a push up position instead*	**2-3x15-30 seconds**	
Partner exercise *Instructions:*	**Rotation in push up position with passes** *Same as Level D but in the end position pass the ball to the partner*	**2-3x15-30 seconds**	

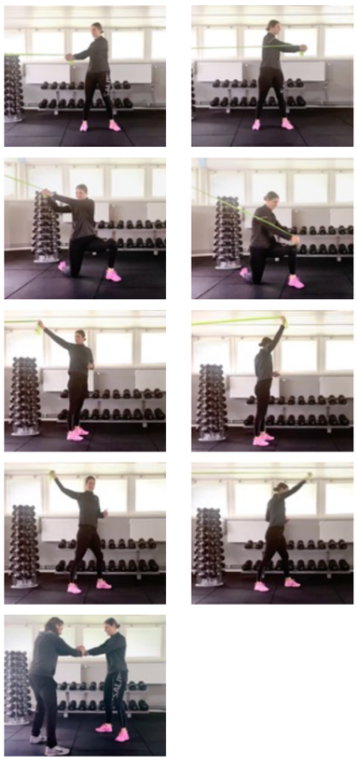
4. The Diver with one arm in overhead positions

Level A *Instructions:*	**One arm diver in overhead position** *Stand on one foot with the arm in an overhead position. Bend forward while maintaining the body in a straight line, performing a "T" and then go back to the starting position.*	**2-3x30 seconds**	
Level B *Instructions:*	**One arm diver in overhead position with a ball** *Same as level A but holding a ball*	**2-3x30 seconds**	
Level C *Instructions:*	**One arm diver in overhead position with an elastic band** *Same as level A but holding an elastic band that is fixated in front of the body.*	**2-3x30 seconds**	
Level D *Instructions:*	**One arm diver in overhead position with a dumbbell** *Same as level A but holding a dumbbell*	**2-3x30 seconds**	
Partner exercise *Instructions:*	**One arm in diver overhead position arm wrestling** *Same as level A but the partner pushing the arm downward*	**2-3x15 seconds**	

Licence CC BY-NC-ND 3.0

5. Trunk rotational strength

Level A *Instructions:*	**Resisted trunk rotations with elastic band** *Stand shoulder wide with an elastic band fixated the side of the body. Hold the arms straight in front of the chest. Rotated the upper body as far as possible while maintaining the body in a straight line.*	**2-3x30 seconds**
Level B *Instructions:*	**Diagonal pattern in lunge position with elastic band** *Stand in a lunge position with an elastic band fixated the behind the body. Hold the elastic band in an overhead position and rotate the upper body so the hands ends up at the front knee.*	**2-3x30 seconds**
Level C *Instructions:*	**Trunk rotation in throwing position with elastic band** *Stand shoulder wide with an elastic band fixated the behind the body. Hold the arm in an overhead position. Rotate the upper body while maintaining the body in a straight line and the arm in the overhead position.*	**2-3x30 seconds**
Level D *Instructions:*	**Resisted throwing motion with elastic band** *Stand with one foot in front of the other with an elastic band fixated the behind the body. Hold the arm in a throwing position and perform a throwing motion and go back to the starting position again.*	**2-3x30 seconds**
Partner exercise *Instructions:*	**Isometric trunk rotation** *Maintain the body and arms straight while the partner pushes the arms from side to side.*	**2-3x15 seconds**



6. Handball throwing programme

The handball throwing programme is recommended to be performed every second day during the off-season (June-August). Start at level A and progress to the next level after one week until you reach level D.

- Level A: 2 sets of 15 throws at 50% of maximum velocity and 10 throws at 70 % of maximum velocity
- Level B: 2 sets of 15 throws at 50% of Maximum velocity, 10 throws at 70% of maximum velocity and 5 throws at 90% of maximum velocity
- Level C: 2 sets of 15 throws at 60% of maximum velocity, 10 throws at 80% of maximum velocity and 5 throws at 100% of maximum velocity
- Level D: 2 sets of 15 throws at 70% of maximum velocity, 10 throws at 90% of maximum velocity and 10 throws at 100% of maximum velocity

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Références bibliographiques de l'introduction

1. Goetghebuer G. Le handball. Editions Luc Pire; 2005.

2. Hassa M. Fascination for thousands of years handball - 1 History and stories [Internet]. IHF. 2013. Disponible sur: https://www.ihf.info/media-center/news/international-handball-federation-timeline-milestones

3. Arnaud P. Le sport et les Français pendant l'occupation. L'Harmattan. Vol. tome 1. 2002.

4. Bahr R, Clarsen B, Derman W, Dvorak J, Emery CA, Finch CF, et al. International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). Br J Sports Med. avr 2020;54(7):372-89.

5. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renström PAFH, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. Am J Sports Med. nov 2009;37(11):2165-72.

6. Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, Alonso JM, Aubry M, Budgett R, et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. Br J Sports Med. mai 2013;47(7):407-14.

7. Soligard T, Steffen K, Palmer D, Alonso JM, Bahr R, Lopes AD, et al. Sports injury and illness incidence in the Rio de Janeiro 2016 Olympic Summer Games: A prospective study of 11274 athletes from 207 countries. Br J Sports Med. sept 2017;51(17):1265-71.

8. Soligard T, Palmer D, Steffen K, Lopes AD, Grek N, Onishi K, et al. New sports, COVID-19 and the heat: sports injuries and illnesses in the Tokyo 2020 Summer Olympics. Br J Sports Med. 13 déc 2022;bjsports-2022-106155.

9. Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D. Sports injuries in team handball. A one-year prospective study of sixteen men's senior teams of a superior nonprofessional level. Am J Sports Med. 1998;26(5):681-7.

10. Bere T, Alonso JM, Wangensteen A, Bakken A, Eirale C, Dijkstra HP, et al. Injury and illness surveillance during the 24th Men's Handball World Championship 2015 in Qatar. Br J Sports Med. sept 2015;49(17):1151-6.

11. Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MRC, Lopes AD. Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: A prospective cohort study. Scand J Med Sci Sports. févr 2017;27(2):195-202.

12. Rafnsson ET, Valdimarsson Ö, Sveinsson T, Árnason Á. Injury Pattern in Icelandic Elite Male Handball Players. Clin J Sport Med. mai 2019;29(3):232-7.

13. Tabben M, Landreau P, Chamari K, Juin G, Ahmed H, Farooq A, et al. Age, player position and 2 min suspensions were associated with match injuries during the 2017 Men's Handball World Championship (France). Br J Sports Med. avr 2019;53(7):436-41.

14. Mashimo S, Yoshida N, Moriwaki T, Takegami A, Suzuki K, Fong DTP, et al. Injuries in Japanese university handball: a study among 1017 players. Res Sports Med. oct 2021;29(5):475-85.

15. Møller M, Nielsen RO, Attermann J, Wedderkopp N, Lind M, Sørensen H, et al. Handball load and shoulder injury rate: a 31-week cohort study of 679 elite youth handball players. Br J Sports Med. févr 2017;51(4):231-7.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

16. Asker M, Waldén M, Källberg H, Holm LW, Skillgate E. Preseason Clinical Shoulder Test Results and Shoulder Injury Rate in Adolescent Elite Handball Players: A Prospective Study. J Orthop Sports Phys Ther. févr 2020;50(2):67-74.

17. Clarsen B, Bahr R, Andersson SH, Munk R, Myklebust G. Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study. Br J Sports Med. sept 2014;48(17):1327-33.

18. Andersson SH, Bahr R, Clarsen B, Myklebust G. Risk factors for overuse shoulder injuries in a mixed-sex cohort of 329 elite handball players: previous findings could not be confirmed. Br J Sports Med. sept 2018;52(18):1191-8.

19. Aasheim C, Stavenes H, Andersson SH, Engbretsen L, Clarsen B. Prevalence and burden of overuse injuries in elite junior handball. BMJ Open Sport Exerc Med. 2018;4(1):e000391.

20. Asker M, Holm LW, Källberg H, Waldén M, Skillgate E. Female adolescent elite handball players are more susceptible to shoulder problems than their male counterparts. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. juill 2018;26(7):1892-900.

21. Achenbach L, Laver L, Walter SS, Zeman F, Kuhr M, Krutsch W. Decreased external rotation strength is a risk factor for overuse shoulder injury in youth elite handball athletes. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. avr 2020;28(4):1202-11.

22. Clarsen B, Myklebust G, Bahr R. Development and validation of a new method for the registration of overuse injuries in sports injury epidemiology: the Oslo Sports Trauma Research Centre (OSTRC) overuse injury questionnaire. Br J Sports Med. mai 2013;47(8):495-502.

23. Clarsen B, Bahr R, Myklebust G, Andersson SH, Docking SI, Drew M, et al. Improved reporting of overuse injuries and health problems in sport: an update of the Oslo Sport Trauma Research Center questionnaires. Br J Sports Med. avr 2020;54(7):390-6.

24. Lubiatowski P, Kaczmarek P, Cisowski P, Breborowicz E, Grygorowicz M, Dzianach M, et al. Rotational glenohumeral adaptations are associated with shoulder pathology in professional male handball players. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. janv 2018;26(1):67-75.

25. Myklebust G, Hasslan L, Bahr R, Steffen K. High prevalence of shoulder pain among elite Norwegian female handball players. Scand J Med Sci Sports. juin 2013;23(3):288-94.

26. Kibler WB, Kuhn JE, Wilk K, Sciascia A, Moore S, Laudner K, et al. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology-10-year update. Arthroscopy. janv 2013;29(1):141-161.e26.

27. Netter F. Atlas d'anatomie humaine. 7ème édition. Elsevier Masson;

28. Kapandji. Anatomie fonctionnelle. 7ème édition. Vol. 1: Membre supérieur. Maloine;

29. Kaczmarek PK, Lubiatowski P, Cisowski P, Grygorowicz M, Łepski M, Długosz J, et al. Shoulder problems in overhead sports. Part I - biomechanics of throwing. Pol Orthop Traumatol. 15 mai 2014;79:50-8.

30. Weber AE, Kontaxis A, O'Brien SJ, Bedi A. The biomechanics of throwing: simplified and cogent. Sports Med Arthrosc Rev. juin 2014;22(2):72-9.

31. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. Clin Sports Med. janv 1995;14(1):79-85.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

32. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part I: pathoanatomy and biomechanics. Arthroscopy. avr 2003;19(4):404-20.

33. O'Brien SJ, Neves MC, Arnoczky SP, Rozbruck SR, Dicarlo EF, Warren RF, et al. The anatomy and histology of the inferior glenohumeral ligament complex of the shoulder. Am J Sports Med. 1990;18(5):449-56.

34. Crockett HC, Gross LB, Wilk KE, Schwartz ML, Reed J, O'Mara J, et al. Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. Am J Sports Med. 2002;30(1):20-6.

35. Walch G, Boileau P, Noel E, Donell ST. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. J Shoulder Elbow Surg. sept 1992;1(5):238-45.

36. Lin DJ, Wong TT, Kazam JK. Shoulder Injuries in the Overhead-Throwing Athlete: Epidemiology, Mechanisms of Injury, and Imaging Findings. Radiology. févr 2018;286(2):370-87.

37. Garofalo R, Karlsson J, Nordenson U, Cesari E, Conti M, Castagna A. Anterior-superior internal impingement of the shoulder: an evidence-based review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. déc 2010;18(12):1688-93.

38. Habermeyer P, Magosch P, Pritsch M, Scheibel MT, Lichtenberg S. Anterosuperior impingement of the shoulder as a result of pulley lesions: a prospective arthroscopic study. J Shoulder Elbow Surg. 2004;13(1):5-12.

39. Struhl S. Anterior internal impingement: An arthroscopic observation. Arthroscopy. janv 2002;18(1):2-7.

40. Gerber C, Sebesta A. Impingement of the deep surface of the subscapularis tendon and the reflection pulley on the anterosuperior glenoid rim: a preliminary report. J Shoulder Elbow Surg. 2000;9(6):483-90.

41. Burkhart SS, Morgan CD. The peel-back mechanism: its role in producing and extending posterior type II SLAP lesions and its effect on SLAP repair rehabilitation. Arthroscopy. sept 1998;14(6):637-40.

42. Kibler WB, Wilkes T, Sciascia A. Mechanics and pathomechanics in the overhead athlete. Clin Sports Med. oct 2013;32(4):637-51.

43. Chu SK, Jayabalan P, Kibler WB, Press J. The Kinetic Chain Revisited: New Concepts on Throwing Mechanics and Injury. PM R. mars 2016;8(3 Suppl):S69-77.

44. Mashimo S, Yoshida N, Takegami A, Suzuki K, Onishi S. Injury pattern according to player position in Japanese youth handball: A cross-sectional study among 2377 players. Physical Therapy in Sport. 1 juill 2021;50:7-14.

45. Tooth C, Gofflot A, Schwartz C, Croisier JL, Beaudart C, Bruyère O, et al. Risk Factors of Overuse Shoulder Injuries in Overhead Athletes: A Systematic Review. Sports Health. oct 2020;12(5):478-87.

46. Forthomme B, Croisier JL, Delvaux F, Kaux JF, Crielaard JM, Gleizes-Cervera S. Preseason Strength Assessment of the Rotator Muscles and Shoulder Injury in Handball Players. J Athl Train. févr 2018;53(2):174-80.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

47. Moller M, Attermann J, Myklebust G, Wedderkopp N. Injury risk in Danish youth and senior elite handball using a new SMS text messages approach. Br J Sports Med. juin 2012;46(7):531-7.

48. Tabben M, Landreau P, Chamari K, Juin G, Ahmed H, Farooq A, et al. Age, player position and 2 min suspensions were associated with match injuries during the 2017 Men's Handball World Championship (France). Br J Sports Med. avr 2019;53(7):436-41.

49. Edouard P, Degache F, Oullion R, Plessis JY, Gleizes-Cervera S, Calmels P. Shoulder strength imbalances as injury risk in handball. International Journal of Sports Medicine. 2013;34(7):654-60.

50. Hickey D, Solvig V, Cavalheri V, Harrold M, Mckenna L. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. janv 2018;52(2):102-10.

51. Hogan C, Corbett JA, Ashton S, Perraton L, Frame R, Dakic J. Scapular Dyskinesis Is Not an Isolated Risk Factor for Shoulder Injury in Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. août 2021;49(10):2843-53.

52. Kibler WB, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the « Scapular Summit ». Br J Sports Med. sept 2013;47(14):877-85.

53. Hägglund M, Waldén M, Magnusson H, Kristenson K, Bengtsson H, Ekstrand J. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. Br J Sports Med. 1 août 2013;47(12):738-42.

54. O'Brien J, Finch CF, Pruna R, McCall A. A new model for injury prevention in team sports: the Team-sport Injury Prevention (TIP) cycle. Science and Medicine in Football. 2 janv 2019;3(1):77-80.

55. Delvaux F, Kaux JF, Forthomme B, Croisier JL. La prévention des blessures sportives : modèles théoriques et éléments-clés d'une stratégie efficace. Journal de Traumatologie du Sport. 1 oct 2018;35(3):152-7.

56. Myklebust G, Engebretsen L, Braekken IH, Skjølberg A, Olsen OE, Bahr R. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. Clin J Sport Med. mars 2003;13(2):71-8.

57. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: cluster randomised controlled trial. BMJ. 26 févr 2005;330(7489):449.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Annexes

Annexe 1. Catégories des régions et zones de blessures recommandées par STROBE-SIIS 79
Annexe 2. Catégories des pathologies de blessures recommandées par STROBE-SIIS .. 80
Annexe 3. Mise à jour du questionnaire OSTRC-O par Clarsen en 2020 81

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Annexe 1. Catégories des régions et zones de blessures recommandées par STROBE-SIIS

Table 4 Recommended categories of body regions and areas for injuries

Region	Body area	OSIICS	SMDCS	Notes
Head and neck	Head	H	HE	Includes facial, brain (concussion), eyes, ears, teeth.
	Neck	N	NE	Includes cervical spine, larynx, major vessels.
Upper limb	Shoulder	S	SH	Includes clavicle, scapula, rotator cuff, biceps tendon origin.
	Upper arm	U	AR	
	Elbow	E	EL	Ligaments, insertional biceps and triceps tendon.
	Forearm	R	FA	Includes non-articular radius and ulna injuries.
	Wrist	W	WR	Carpus.
	Hand	P	HA	Includes finger, thumb.
Trunk	Chest	C	CH	Sternum, ribs, breast, chest organs.
	Thoracic spine	D	TS	Thoracic spine, costovertebral joints.
	Lumbosacral	L	LS	Includes lumbar spine, sacroiliac joints, sacrum, coccyx, buttocks.
	Abdomen	O	AB	Below diaphragm and above inguinal canal, includes abdominal organs.
Lower limb	Hip/groin	G	HI	Hip and anterior musculoskeletal structures (eg, pubic symphysis, proximal adductors, iliopsoas).[116]
	Thigh	T	TH	Includes femur, hamstrings (including ischial tuberosity), quadriceps, mid-distal adductors.
	Knee	K	KN	Includes patella, patellar tendon, pes anserinus.
	Lower leg	Q	LE	Includes non-articular tibia and fibular injuries, calf and Achilles tendon.
	Ankle	A	AN	Includes syndesmosis, talocrural and subtalar joints.
	Foot	F	FO	Includes toes, calcaneus, plantar fascia.
Unspecified	Region unspecified	Z	OO	
Multiple regions	Single injury crossing two or more regions	X	OO	

OSIICS, Orchard Sports Injury and Illness Classification System; SMDCS, Sport Medicine Diagnostic Coding System.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Annexe 2. Catégories des pathologies de blessures recommandées par STROBE-SIIS

Table 5 Recommended categories of tissue and pathology types for injuries

Tissue	Pathology type	OSIICS	SMDCS	Notes
Muscle/Tendon	Muscle injury	M	10.07–10.09	Includes strain, tear, rupture, intramuscular tendon.
	Muscle contusion	H	10.24	
	Muscle compartment syndrome	Y	10.36	
	Tendinopathy	T	10.28–10.29	Includes paratenon, related bursa, fasciopathy, partial tear, tendon subluxation (all non-rupture), enthesopathy.
	Tendon rupture	R	10.09	Complete/full-thickness injury; partial tendon injuries considered to be tendinopathy.
Nervous	Brain/Spinal cord injury	N	20.40	Includes concussion and all forms of brain injury and spinal cord.
	Peripheral nerve Injury	N	20.39, 20.41–20.42	Includes neuroma.
Bone	Fracture	F	30.13–30.16, 30.19	Traumatic, includes avulsion fracture, teeth.
	Bone stress injury	S	30.18, 30.32	Includes bone marrow oedema, stress fracture, periostitis.
	Bone contusion	J	30.24	Acute bony traumatic injury without fracture. Osteochondral injuries are considered 'joint cartilage'.
	Avascular necrosis	E	30.35	
	Physis injury	G	30.20	Includes apophysis.
Cartilage/Synovium/Bursa	Cartilage injury	C	40.17, 40.21, 40.37	Includes meniscal, labral injuries and articular cartilage, osteochondral injuries.
	Arthritis	A	40.33–40.34	Post-traumatic osteoarthritis.
	Synovitis/Capsulitis	Q	40.22, 40.34	Includes joint impingement.
	Bursitis	B	40.31	Includes calcific bursitis, traumatic bursitis.
Ligament/Joint capsule	Joint sprain (ligament tear or acute instability episode)	L or D	50.01–50.11	Includes partial and complete tears plus injuries to non-specific ligaments and joint capsule; includes joint dislocations/subluxations.
	Chronic instability	U	50.12	
Superficial tissues/skin	Contusion (superficial)	V	60.24	Contusion, bruise, vascular damage.
	Laceration	K	60.25	
	Abrasion	I	60.26–60.27	
Vessels	Vascular trauma	V	70.45	
Stump	Stump injury	W	91.44	In amputees.
Internal organs	Organ trauma	O	80.46	Includes trauma to any organ (excluding concussion), drowning, relevant for all specialised organs not mentioned elsewhere (lungs, abdominal and pelvic organs, thyroid, breast).
Non-specific	Injury without tissue type specified	P or Z	00.00 (also 00.23, 00.38, 00.42)	No specific tissue pathology diagnosed.

OSIICS, Orchard Sports Injury and Illness Classification System; SMDCS, Sport Medicine Diagnostic Coding System.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Annexe 3. Mise à jour du questionnaire OSTRC-O par Clarsen en 2020

Updated version (OSTRC-O2)

Please answer all questions regardless of whether or not you have problems in your(insert anatomical location here, eg, knees). Select the alternative that is most appropriate for you, and in the case that you are unsure, try to answer as best you can anyway.

The term '(location) problems' refers to (insert common symptoms or injury consequences here, eg, pain, ache, stiffness, clicking/catching, swelling, instability/giving way, locking)or other complaints related to your (location).

Question 1—Participation

Have you had any difficulties participating in training and competition due to (location) problems during the past 7 days?

a. Full participation without (location) problems

b. Full participation, but with (location) problems

c. Reduced participation due to (location) problems

d. Could not participate due to (location) problems

Question 2—Modified training/competition

To what extent have you modified your training or competition due to (location) problems during the past 7 days?

a. No modification

b. To a minor extent

c. To a moderate extent

d. To a major extent

Question 3—Performance

To what extent have (location) problems affected your performance during the past 7 days?

a. No effect

b. To a minor extent

c. To a moderate extent

d. To a major extent

Question 4—Pain

To what extent have you experienced (location) pain related to your sport during the past 7 days?

a. No pain

b. Mild pain

c. Moderate pain

d. Severe pain

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Serment d’Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d’être fidèle aux lois de l’honneur et de la probité dans l’exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d’idéologie ou de situation sociale.

Admis à l’intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s’y passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l’enfreindre, qu’il me soit donné de jouir de l’estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Licence CC BY-NC-ND 3.0

Programmes de prévention des blessures de l'épaule au handball : une revue systématique et une méta-analyse

Contexte: Le handball est un sport d'équipe populaire avec des risques de blessures, notamment à l'épaule. Le développement de programmes de prévention est crucial pour réduire l'impact des facteurs de risque internes modifiables. Cette revue systématique vise à étudier l'efficacité des programmes de prévention sur les blessures de l'épaule au handball.

Méthode: L'étude a suivi les directives PRISMA et a été prospectivement enregistrée sur PROSPERO (ID : CRD42022356497). Le risque de biais a été évalué en utilisant les critères EPOC de Cochrane et une méta-analyse a été réalisée. La revue systématique a été effectuée à l'aide des bases de données Embase, PubMed et Cochrane avec des mots-clés spécifiques. Les critères d'inclusion comprenaient des essais cliniques randomisés portant sur des joueurs de handball, impliquant un programme de prévention avec des exercices spécifiques visant à réduire les blessures à l'épaule, avec un groupe témoin suivant un échauffement classique.

Résultats: Cinq articles répondaient aux critères d'inclusion, recrutant 1872 joueurs. Les programmes étaient variés, mais tous incluaient des exercices de renforcement musculaire. Selon le programme, ils incorporaient également des exercices concernant l'amplitude des mouvements, la scapula, le tronc et le contrôle neuromusculaire. La méta-analyse a été réalisée sur un sous-ensemble d'études et a trouvé un OR de 0,73 (IC à 95 % : 0,45 - 1,17), en faveur des programmes de prévention, mais sans significativité statistique.

Conclusion: Cette étude n'a pas démontré l'efficacité des programmes de prévention pour les blessures de l'épaule au handball et souligne la nécessité de protocoles de recherche plus standardisés pour améliorer les connaissances dans ce domaine.

Mots-clés: Prévention, épaule, blessures de surutilisation, handball

Shoulder injuries prevention programs in handball: a systematic review and meta-analysis

Background: Handball is a popular team sport with injury risks, especially to the shoulder. The development of prevention programs is crucial to reduce the impact of modifiable internal risk factors. This systematic review aims to study the effectiveness of the prevention programs on handball shoulder injuries.

Methods: The study adhered to PRISMA guidelines and was prospectively registered on PROSPERO (ID: CRD42022356497). Risk of bias was evaluated using Cochrane's EPOC criteria and a meta-analysis was performed. The systematic review was conducted using Embase, PubMed and Cochrane databases with specified keywords. Inclusion criteria encompassed randomized clinical trials, focusing on handball players, involving a preventive program with specific exercises to reduce shoulder injuries, with a control group maintaining regular warm-up.

Results: Five articles met inclusion criteria which recruited 1872 players. The programs were varied but all included muscle strengthening exercises. Depending on the program, they also incorporated exercises concerning range of motion, scapular, trunk, and neuromuscular. The A meta-analysis was conducted on a subset of studies and found an OR of 0.73 (95% CI: 0.45 - 1.17), which favors the prevention program but not statistically significant.

Conclusion: This study did not demonstrate the effectiveness of prevention programs for handball shoulder injuries and emphasizes the need for more standardized research protocols to improve knowledge in this area.

Keywords: Prevention, shoulder overuse injuries, handball