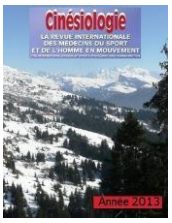
Disponible en ligne sur
www.medecinsdusport.fr/cinesio/



ARTICLE ORIGINAL

Le renforcement de la sangle abdominale et son impact sur la coordination des membres supérieurs en catamaran

The increasing of the abdominal muscles and its impact on the coordination of upper limbs in catamaran sailing

R. Linares [a,*]

[a] *UFR sciences et techniques des activités physiques et sportives, université Montpellier-1, 700, avenue du Pic-Saint-Loup, 34090 Montpellier, France*

Reçu le 29 octobre 2012 ; avis favorable du Comité de lecture le 21 novembre 2012
Disponible sur internet le 14 janvier 2013

MOTS CLÉS
Renforcement musculaire; Coordination; Catamaran; Abdominaux; Membres supérieurs

Résumé
Les exigences du catamaran sollicitent fortement les pratiquants au niveau de la sangle abdominale et de l'activité dynamique des bras. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'effet d'un programme de renforcement des abdominaux sur la coordination des membres supérieurs (MS).
Le protocole expérimental était composé de 12 sujets adolescents de niveau régional qui ont été partagés en 3 groupes (n=4), un groupe avec gainage (GAG) effectuant un entraînement spécifique de renforcement musculaire de la sangle abdominale, un groupe sans gainage (GSG) conservant un entraînement de voile «classique» et un groupe témoin (GT) afin de vérifier qu'une familiarisation avec la machine n'ait pas d'effets importants sur les résultats. La période d'expérimentation a duré 9 semaines et la coordination des MS a été évaluée sur l'appareil Huber® développé par LPG System® en post et prés-entraînement.
A l'issue du protocole, seul GAG a amélioré de façon significative sa coordination des MS. Il en ressort qu'un renforcement de la sangle abdominale a un réel impact sur la coordination des MS en catamaran. Ces résultats suggèrent la prise en compte de l'importance d'un entraînement à «sec» dans une pratique telle que la voile.

KEYWORDS
Muscular strengthening; Coordination; Catamaran; Abdominal muscles; Upper limbs

Summary
The demands of catamaran sailing definitely require from the participants a strong abdominal belt and dynamic arm activity. The purpose of this study is to assess the effect of a program of abdominal muscles increase on the coordination of upper limbs (UL).
The experimental protocol consisted in a group of 12 local teenagers who were split into 3 groups (n=4). One a girdle group (GG) performed a specific training to increase the abdominal muscles while another group without a girdle (GWG) followed a standard sailing practice and to finish there was a test group (TG) so as to check that being familiar with the machine wouldn't affect the results too much.
The experimental period lasted 9 weeks and the coordination of the upper limbs was measured on the Huber® machine developed by LPG System® before and after training.
At the end of the protocol the GG improved the coordination of UL in a significant way. It turns out that the increase of the abdominal muscles can really affect the coordination of UL when on a catamaran. These results show how important a training in a dry place is in sailing practice.

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : contact@lr-preparationphysique.com (R. Linares).

© Copyright 1962-2013 Cinésiologie Tous droits réservé.

1 – INTRODUCTION

Le catamaran léger fait partie de la grande famille des sports nautiques qui utilise le vent comme moyen de propulsion. Ce support est apparu un peu plus tard que le dériveur, grand précurseur de la voile légère. La pratique en compétition se fait à deux : un barreur qui dirige le bateau et participe aux réglages des voiles et un équipier qui vient l'assister en jouant un rôle complémentaire dans les manœuvres. Défini comme une embarcation à voiles ayant deux coques parallèles réunies par une armature rigide, il a la même particularité que les autres supports à une coque, c'est-à-dire qu'il existe par l'action du vent un couple de dessalage pouvant faire chavirer le bateau.

Image 1 : Barreur au trapèze dirigeant son bateau tout en réglant sa grande voile.

Si les prises d'informations dans l'environnement tel que le vent, le plan d'eau ou encore les concurrents sont déterminants pour la performance, les contraintes physiques imposées par le milieu instable du catamaran ont aussi une part considérable dans l'accomplissement de l'activité. Ces efforts sont du domaine de la force et de l'endurance. En effet, bien que la dépense énergétique en régate soit faible, elle peut augmenter rapidement lorsque les conditions de navigation deviennent plus difficiles. Dès lors, les qualités aérobies interviennent dans la performance (Portier, 2003). De plus, répondre immédiatement aux réglages de voiles afin de propulser au mieux son bateau en tirant sur les écoutes (cordage qui permet de régler l'ouverture des voiles) requiert une certaine force.

Il est important aussi de s'intéresser à une exigence particulière qui est propre à la pratique : il s'agit de la contrainte de la posture. En fonction du poste occupé par le sportif sur le bateau à voile, les articulations et musculatures sollicitées varient. Selon Shepard (1990), les muscles abdominaux et les quadriceps sont très sollicités. D'autres auteurs viennent confirmer ces résultats en montrant que sur un catamaran le sujet doit combiner la demande de force sur les membres inférieurs lorsqu'il fait du rappel (contrebalancer la force du vent créant la gîte du bateau afin de ne pas chavirer) et la demande dynamique aux niveaux des bras (pour ajuster et contrôler les voiles et barrer le bateau). La force demandée par les quadriceps lorsqu'il doit assurer la position de rappel est d'au moins 30% de la contraction maximale volontaire (Easton et al., 2007). C'est dans ces conditions bien particulières que le gainage abdominal du sportif a son importance. La sangle abdominale forme une véritable ceinture autour de l'abdomen grâce à ses quatre muscles essentiels : le Grand droit en avant, les Obliques latéralement et le Transverse en profondeur. Elle va assurer la liaison entre les trains inférieur et supérieur grâce à sa position centrale (Maton, 2006). Pour assumer cette fonction, l'appareil musculaire utilise deux systèmes interactifs :

- Un système local qui garantit la stabilité de la colonne vertébrale avec des muscles courts et endurants (fibres lentes) situés sous des muscles plus longs ;
- Un système global avec des muscles longs, superficiels et puissants à gros potentiel de force (fibres rapides).

Ces deux systèmes travaillent ensemble pour garantir une bonne stabilisation de la colonne vertébrale et une bonne coordination des mouvements. Un bon gainage permet de prévenir les douleurs lombaires et il permet aussi d'améliorer l'efficacité des mouvements globaux (Grosgeorge, 2004). L'impact sur la transmission des chaînes musculaires entre les membres supérieurs (MS) et inférieurs (MI) est donc relativement important et les adaptations posturales que doivent adopter les pratiquants pendant les manœuvres constituent un élément de la performance.

Même si l'essentiel de la dépense énergétique se trouve au niveau des MI et de la sangle abdominale afin d'assurer le maintien de la posture, les MS tiennent une part importante dans l'effort. Comme tous les supports en voile légère, la manipulation des embarcations est très sensible aux moindres

réglages et mouvements effectués. Le support doit tout le temps être guidé par les matelots sans relâche (à la barre pour diriger, aux écoutes de voiles pour réguler). Dans des cas de figures comme celui-ci, l'activité physique est en continu. La réponse de cette sollicitation physique va passer par le recrutement sans interruption des deux bras. D'après Dauty et coll. (2006), l'activité dynamique des MS est plus importante chez des sportifs pratiquant la voile que chez des sédentaires. L'étude s'est intéressée à l'importance de la force des rotateurs de l'épaule. Les résultats montrent clairement que la force des rotateurs internes et externes chez les sportifs est nettement supérieure que celle des sujets témoins. Cette étude consacrée à la force isocinétique met donc clairement en avant l'importance qu'occupent les MS dans la pratique de la voile.

Mais cette même pratique, on l'a vu, confronte les sujets à un milieu hostile qui n'est pas propice à la performance physique. Le froid, le soleil, l'humidité, le sel et le vent font partie des éléments qui vont engendrer des conditions de navigations difficiles. C'est là que l'équipement vestimentaire joue un rôle important. En particulier contre le froid, les pratiquants s'équipent en conséquence. Mais il ne faut pas négliger l'impact négatif de cet équipement qui vient gêner dans l'activité. Les combinaisons isothermiques en néoprène que porte les marins en catamaran peuvent faire jusqu'à 6mm d'épaisseur. Vient s'ajouter à cela le port du gilet de sécurité (obligatoire en compétition) et la ceinture de trapèze (accessoire indispensable pour effectuer le rappel). Rodineau (1998) s'est intéressé à l'impact du port de la combinaison pendant un effort physique dans des sports comme le motocyclisme, l'alpinisme ou encore la planche à voile. Des syndromes de loge chronique sur les avant-bras ont été constatés, bien qu'ils soient relativement rares. Ils se caractérisent par l'augmentation de la pression intramusculaire à l'intérieur d'un compartiment fermé (dans notre cas, la combinaison isothermique) perturbant la fonction des tissus. L'augmentation de la pression intramusculaire par augmentation du contenu liée à l'accroissement physiologique du volume musculaire lors de l'effort est perturbée par la diminution du volume de la loge musculaire (vêtements trop serrés), ce qui entraîne une baisse de la perfusion tissulaire engendrant une souffrance musculaire. Si la combinaison peut provoquer des douleurs par congestion sanguine, elle peut également avoir des conséquences sur la mobilité des sportifs et notamment au niveau des MS qui sont fortement sollicités pendant la navigation. Malgré sa composante élastique, le néoprène va réduire l'action angulaire des articulations au niveau des genoux pour les MI, et au niveau du coude et de l'épaule pour les MS. L'amplitude du mouvement est donc détériorée et le coût énergétique de l'activité dynamique des MS pendant la pratique de la voile va être par conséquent plus important.

Charnière incontournable de la motricité comme de la préparation physique, le renforcement de la paroi abdominale vise plusieurs fonctions dont notamment la participation à la respiration, l'érection, le maintien et le gainage du corps qui, bien fixé par les abdominaux et les dorsaux devient un point d'appui plus solide pour les mouvements que vont réaliser les bras et les jambes (Maquet, 2003).

Pour l'ensemble des contraintes physiques et de l'importance du rôle des MS citées précédemment, la problématique est de savoir si un renforcement des quatre muscles de la sangle abdominale va avoir un effet positif sur la coordination des MS via une préparation physique dite «à sec» dans une pratique telle que la voile.

Par conséquent, l'objectif de cette étude est donc de mesurer l'impact d'un renforcement de la sangle abdominale sur la coordination des MS en catamaran. Le deuxième objectif est d'apprécier les résultats d'un entraînement «à sec» sur des qualités physiques déterminantes pour la performance en voile. L'hypothèse de départ est qu'un renforcement musculaire de la ceinture abdominale aide à la mobilisation du bassin, qui se caractérise par un verrouillage du bassin (gainage), pour une bonne transmission de force entre l'appui des MI sur le bateau et l'organisation gestuelle du haut du corps.

2 – METHODE ET MATERIEL

2-1 Les sujets

Cette étude a été menée sur 12 sujets adolescents masculins qui ont entre 15 et 17 ans, ont une taille comprise entre 168 et 183 cm et un poids compris entre 63 et 72 kg. Les

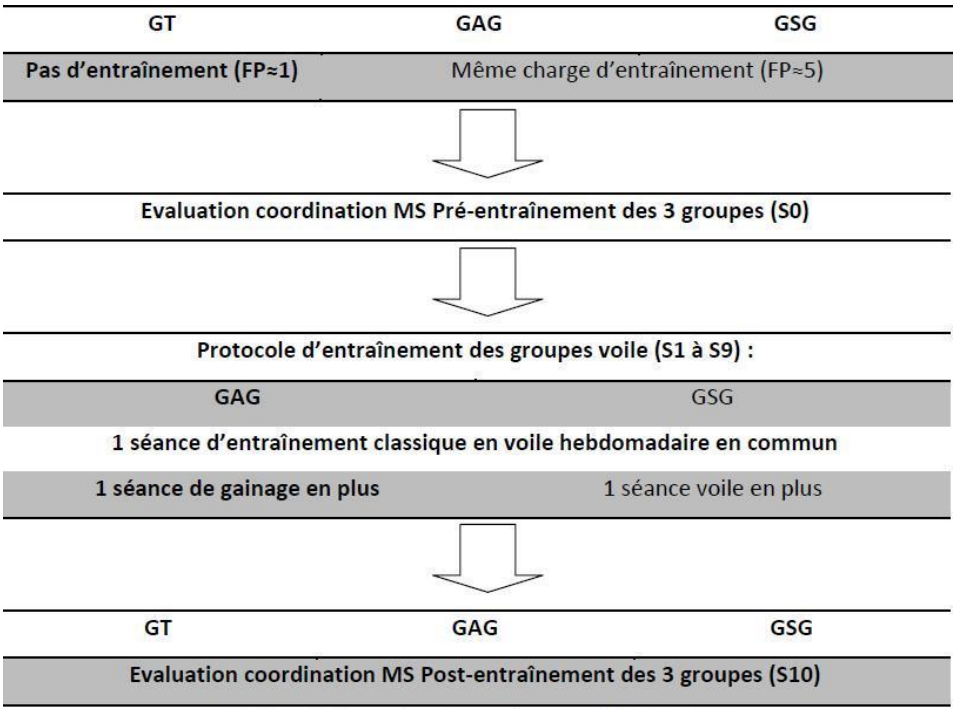


Figure 1 : Le protocole expérimental de S0 à 10.

sujets ont été partagés en 3 groupes (n=4). Les deux groupes pratiquant le catamaran (fréquence de pratique d'environ 5h par semaine) ont été partagés par équipage de façon aléatoire (1 groupe avec gainage et 1 groupe sans gainage). Ils pratiquent la voile en compétition au niveau régional et certains inters régionaux. Le troisième groupe est, lui, le groupe témoin machine, composé de personnes sédentaires. Aucun sujet n'a d'antécédents de blessures récentes au niveau du rachis, au niveau des articulations des MS ou même musculo-tendineux.

Groupe avec gainage (GAG) : Groupe composé de deux équipages catamaran (barreur + équipier) suivant un travail spécifique de gainage durant toute la durée du protocole d'entraînement.

Groupe sans gainage (GSG) : Groupe composé aussi de deux équipages catamaran conservant ses entraînements classique de navigation sur l'eau.

Groupe Témoin (GT) : Ce groupe témoin va simplement effectuer les tests du protocole afin de vérifier qu'une familiarisation avec la machine n'ait pas d'effets importants sur les résultats.

2-2 Procédures d'entraînement

2-2-1 Le protocole :

Le protocole d'entraînement a duré 10 semaines avec deux évaluations sur les 3 groupes : l'une en Pré-entraînement et l'autre en Post-entraînement. La première semaine (S0) a commencé à la fin de la trêve hivernale, période de deux mois où les groupes expérimentaux (GAG et GSG) n'ont pas pratiqué le catamaran. S0 fut consacrée aux tests Pré-entraînement. La dernière semaine (S10), quant à elle, a clôturé le protocole par des évaluations finales en suivant la même procédure des tests effectués en S0. De S1 à S9, GAG et GSG ont eu la même charge d'entraînement hebdomadaire (FP≈5h/sem). GSG a conservé des entraînements classiques en voile avec deux séances sur l'eau en pratiquant sur le support, tandis que GAG a eu un seul entraînement classique en voile, l'autre séance étant réservée au travail spécifique de gainage.

2-2-2 Les différents entraînements des groupes :

• GT n'a effectué aucun entraînement particulier, hormis le peu de pratique en loisir et en éducation physique et sportive (FP≈1h/sem).

• GAG, lui, a complété son entraînement classique en voile par un travail spécifique de gainage. Le mercredi après-midi, il suivait son entraînement en voile avec le GSG. C'est une

séance voile classique où les pratiquants s'entraînaient par équipage sur leur catamaran.
La séance de gainage avait lieu le vendredi soir en salle de musculation. Le choix du renforcement de la sangle abdominale s'est orienté vers une méthode de gainage «au ballon». L'objectif était d'effectuer un travail harmonieux des 4 muscles abdominaux en privilégiant le Transverse, de s'exercer le buste en extension et de travailler la proprioception afin d'améliorer la coordination motrice et les adaptations posturales.
Le choix du «ballon suisse» et du «médecine-ball» constitue une méthode originale et ludique pour renforcer l'ensemble des 4 muscles abdominaux, selon des exercices isométriques, généralement associés à une extension du tronc. Ces critères permettent, d'une part, d'écarter tout risque d'hyper pression intra abdominale et ses effets délétères sur la santé et les postures, et d'autre part, d'assurer un renforcement puissant et profond de la sangle abdominale (Maton, 2006).
• GSG a suivi tout le long du protocole un entraînement en voile dit «classique» qu'on retrouve dans tous les clubs de voile à leur niveau. A raison de deux séances d'entraînement par semaine, ils s'entraînaient le mercredi après-midi avec le GAG et finissait la semaine par un autre entraînement le samedi matin.
En s'exerçant sur leurs supports, les pratiquants du GSG n'ont aucun travail spécifique de gainage, ils perfectionnent seulement leur niveau de voile en technique et manœuvres.

2-2-3 Caractéristiques des entraînements misent en place :

• Séance type de gainage pour GAG :

L'échauffement : étape incontournable afin de préparer l'organisme à l'effort. Un bon échauffement permet d'être rapidement performant et de prévoir au maximum les risques de blessures.
Echauffement de type actif, durée environ 20 min, temps optimal pour une élévation progressive de la température centrale. Echauffement général sur ergocycle avec un pédalage soutenu pendant 10 min pour une activation du système cardio-vasculaire. Puis échauffement de la sangle abdominale pendant 10 min avec des exercices spécifiques réalisés par série (Pasquet et coll., 2004).
Début de séance : durée 20 min, exercices de gainage classique, variant de 20 à 40 sec de contraction isométrique, 2 à 3 séries, 4 à 6 répétitions. Récupération entre les répétitions inférieures ou égales au temps de travail. Récupération inter séries de 2 à 3 min.
Milieu de séance : durée 20 min, exercices de gainage avec charge, utilisation du médecine-ball (3 à 5kg). Exercices à deux, échanges de médecine-ball, 2 à 3 séries, 4 à 6 répétitions. Récupération égale au temps de travail. Récupération inter séries de 3 min.
Fin de séance : durée 20 min, exercices de gainage au ballon suisse, en appui sur le ballon à base de proprioception pour une amélioration de la stabilisation du corps par la mise sous tension des muscles profonds. Même quantité de travail qu'avec le médecine-ball.
Retour au calme : un retour au calme d'une durée de 10 min sur les ballons suisses est préconisé en fin de séance. Sous forme de relaxation, recherche d'un contact maximal appuyé en s'enroulant passivement sur le ballon sans retenue.

• Séance type d'entraînement classique en voile :

L'échauffement : Echauffement générale des articulations (cervicales, épaules, dos, hanches, chevilles). Puis activation musculaire afin d'en améliorer son rendement (dorsaux, abdominaux, trapèze, MS) via des exercices globaux (pompes, tractions inclinées, squats, «crunchs») d'une durée de 10 min.
Séance sur l'eau : Navigation technique avec objectif de séance du jour. Utilisation de parcours avec des bouées d'entraînement, thème spécifique, contrainte dans les manœuvres, etc. Durée : 60 min.
Fin de séance : Navigation libre qui permet au pratiquant de décompresser après un entraînement souvent très technique. Intéressant pour son esprit libre car les sportifs n'hésitent pas à travailler avec les limites d'équilibre du matériel. Conséquence positive sur l'appropriation du support par les pratiquants. Durée : 20 min.
Retour à terre : Rangement du matériel, débriefing et séance de retour au calme avant la douche (étirements, relaxation). Durée : 10 min.
Au cours du protocole d'entraînement, une seule séance de voile commune a été annulée pour cause de mauvaises conditions météorologiques. En revanche, le reste des

séances ont pu avoir lieu sans souci particulier, même pendant la période de vacances scolaires.

2-3 Paramètres mesurés

2-3-1 Le matériel :

L'évaluation de la coordination des sujets a été réalisée sur l'appareil HUBER® développé par la société *LPG*®. Il est doté d'un plateau animé d'oscillations rotatoires qui entraînent un mouvement en trois dimensions de toutes les articulations. Ce nouvel appareil est également équipé de capteurs de force sur les poignées qui rendent compte de l'activité motrice globale des chaînes musculaires sur l'écran. Ce feed-back visuel est interactif et permet l'ajustement constant de l'effort développé. L'appareil enregistre pendant l'exercice les variations de cet effort et la performance de coordination. Cette dernière est restituée sous forme de résultat. On obtient donc notre performance de coordination sur une échelle de 100 (en %).

Cet appareil a été retenu pour évaluer la coordination des sportifs pratiquant le catamaran car il permet de tester les sujets dans une posture qui se rapproche de celle adoptée pendant la pratique : MI contractés amortissant les perturbations sur l'équilibre (en voile par le bateau et le plan d'eau, sur la machine par le plateau oscillant), tronc droit et gainé, MS en action. La préparation physique moderne ne cesse d'intégrer au maximum la pratique sportive. Par conséquent, pouvoir évaluer des sujets sur un test se rapprochant autant des efforts subis par l'activité devient un outil très intéressant.

La machine HUBER® est reconnue pour ces multiples études sur la proprioception, dont celle de Quaglierini (2006) qui a testé l'efficacité d'un entraînement proprioceptif avec le plateau Huber® au cours de séances de préparation physique avec des karatékas de haut niveau pendant six semaines. Les résultats ont montré que 20 min par semaine suffisaient pour obtenir un gain significatif de l'équilibre chez des sportifs de haut niveau (dont l'équilibre est déjà fortement développé). Marin (2007) s'accorde à dire qu'un tel appareil permet de travailler directement les muscles posturaux (profonds) tout en entrainant la coordination de l'ensemble du corps (bras, dos, abdominaux, jambes). Une évaluation des performances peut directement être faite sur plateau Huber®.

Image 2 : La machine HUBER®.

Ferret (2005), médecin du sport et ancien préparateur physique de l'équipe de France de football, championne du Monde en 1998 et d'Europe en 2000, à, lui aussi, mené de multiples expériences sur la coordination motrice. Une étude conduite sur 90 sujets a permis de mesurer, en fonction de l'âge, du sexe, du poids et de l'exercice physique, la force et la coordination des chaînes musculaires en base et après entraînement de 10 semaines sur HUBER®. Enfin, l'appareil a aussi été utilisé dans le monde de la voile par David Garrel, planchiste professionnel, qui s'est fixé comme objectif de battre le record du monde de vitesse à la voile. Accompagné de son entraîneur, David va régulièrement chez *LPG*® pour travailler coordination et souplesse. Son entraînement sur Huber® lui a permis d'affiner ses sensations sur l'eau et de mieux positionner sa voile par rapport à sa planche. Il a été surpris de retrouver sur Huber® des positions de travail aussi proches des conditions de déséquilibre qu'il connaît sur sa planche.

2-3-2 Test sur HUBER® :
L'interface de l'appareil propose une évaluation de départ, établissant un score de coordination, et après un échauffement type, le choix du programme s'affiche. En menu libre, on peut choisir la durée du temps d'action (force exercée par les MS), le nombre de répétitions et de séries, le temps de récupération, la vitesse et l'amplitude d'oscillation du plateau ainsi que le déplacement ou non de la colonne.
Dans le cadre de l'étude, le menu libre a été utilisé afin d'adapter le test sur Huber® à la spécificité du catamaran. De plus, il a fallu paramétrer de façon à ce que l'évaluation ne soit ni trop facile ni trop difficile pour permettre d'avoir un score de coordination avec une possibilité d'évolution entre le Pré et Post-entraînement. La position sur le plateau et l'action des MS sur les capteurs de force ont été choisies de façon à se rapprocher de la posture vécue dans la pratique. Ensuite, le paramétrage du test a été établi puis validé par LPG® System (concepteur de la machine) pour donner leur accord sur la méthode et l'homologation du test.

Déroulement du Test :
• Echauffement et familiarisation avec la machine en tirage et poussée.
L'examinateur effectue une démonstration claire et explicite sur la machine avec la procédure d'échauffement décrite précédemment. Ensuite le sujet évalué s'exerce à son tour avec quelques conseils d'un professionnel (kinésithérapeute).
• Evaluation de la coordination selon 3 exercices. Précision de 30% avec plateau qui oscille dans les deux sens. La position du sujet reste la même, c'est-à-dire debout les pieds parallèles sur les repères 1 et 2 de l'avant du plateau. La colonne a une amplitude de 5. Avant de débuter les exercices, l'examinateur précise au sujet évalué de faire son maximum mais le professionnel ne doit en aucun cas commenter ou aider le sujet pendant l'évaluation.

- 1er exercice : Tirer avec les deux mains sur 2ème barre horizontale du bas.
- 2ème exercice : Pousser avec les deux mains sur 2ème barre horizontale du bas.
- 3ème exercice : Mode reverse (un membre qui tire, l'autre pousse, puis inversement) avec mains sur les 2ème barres horizontales du bas.

• Interprétation et analyse des résultats :
Chaque pourcentage de coordination sera traité individuellement.
Une moyenne de chaque exercice sera déterminée et analysée.
Une moyenne des exercices 1, 2 et 3 sera déterminée et analysée.
Une moyenne de tous les pourcentages sera déterminée et analysée.

2-3-3 Lieu d'expérimentation :
La limite de cet outil est incontestablement son prix exorbitant. Mais grâce au centre de rééducation ORTHOSPORT - MONTPELLIER, la machine a pu s'intégrer dans le protocole d'évaluation de l'étude.

2-3-4 L'analyse statistique :
Après avoir vérifié l'homogénéité et la normalité des données pour chaque groupe, l'effet de l'entraînement a été testé avec une analyse de variance à deux facteurs (2 way RM ANOVA) [groupe (GT, GAG, GSG) x mesures (Pré-entraînement, Post-entraînement)] à mesures répétées sur le deuxième facteur (Niveau de significativité fixé à 5%, $P < 0,05$).

3 – LES RESULTATS

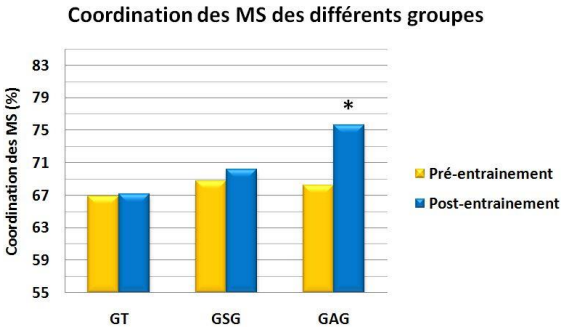


Figure 2 : Les valeurs mesurées aux tests de coordination sur HUBER® Pré-entraînement et Post-entraînement. Les valeurs représentent les moyennes ; * p < 0,05 pour la différence significative entre Pré et Post-entraînement.

En comparant les résultats obtenus entre les groupes (GT, GSG, GAG) sur les tests de coordination des MS selon les conditions de Pré-entraînement et de Post-entraînement, on constate que :
Le groupe GAG a augmenté son score de coordination des MS de façon significative de près de 10% entre Pré et Post-entraînement.
En revanche, il n'existe pas de différence significative pour GSG malgré une légère

progression du score de coordination de 2%, ni pour GT avec une hausse négligeable de 0,5%. L'ANOVA a donc révélé que la progression moyenne était significativement dépendante du type d'entraînement: il existe un effet groupe x conditions.

4 – DISCUSSION

D'après les résultats obtenus, il apparaît qu'un entraînement spécifique sur la sangle abdominale (gainage) améliore significativement la coordination des MS en voile. Le score de GAG est grandement amélioré après une période de 9 semaines d'entraînement. En effet, cette période de travail a permis de consolider les muscles abdominaux et notamment le Transverse qui est le plus profond et dont les fibres horizontales réalisent une véritable ceinture autour de l'abdomen.

L'hypothèse admise est qu'il y a eu une répercussion du travail spécifique au niveau des muscles qui fortifient la colonne vertébrale (érecteur du rachis) et des muscles qui participent au maintien de la posture. De ce fait, le tronc, bien fixé par les abdominaux et les dorsaux, devient un point d'appui plus solide pour l'activité dynamique des bras et permet, par conséquent, aux MS une meilleure organisation gestuelle et une meilleure coordination. En effet, plusieurs mécanismes adaptatifs peuvent être sous-jacents au développement de la statique générale. La paroi abdominale rééquilibre le tonus exercé par les muscles dorsolombaires en arrière, souvent trop puissants, et celui de la ceinture abdominale en avant, pour assurer une posture correcte du squelette (rachis bassin). Grâce à sa position centrale, la ceinture abdominale participe à la transmission des chaînes musculaires entre les MS et les MI (Maton, 2006). Dotés d'une grande force et d'une tonicité importante, les MI, via la sangle abdominale, peuvent, eux, participer à l'activité des MS en transmettant l'impact de leur action sur l'équilibre et la posture d'un sujet en position de rappel en catamaran. Dans les sports pédestres, les abdominaux stabilisent le bassin, et interviennent dans la transmission de l'élan produit par les MS sur la foulée, en accentuant ainsi la propulsion (Kotwica, 2007). Ainsi, dans le cadre de la voile, l'inverse est possible et ce serait les MS qui bénéficieraient de l'élan produit par les MI pour ajuster les voiles et diriger l'embarcation à la barre.

Malgré des résultats révélant une légère amélioration de la coordination des MS chez GSG, les analyses statistiques ne permettent pas de montrer significativement qu'il s'agisse d'un effet de l'entraînement en voile. Résultat surprenant car l'implication des bras dans la pratique du catamaran est telle que des meilleures performances de la coordination étaient attendues. Cela pourrait venir du fait que l'entraînement en voile «classique» proposé arrive juste après une longue saison hivernale, et qu'un cycle de 9 semaines ne soit pas suffisant pour améliorer significativement la coordination des MS. Mais ces résultats inattendus chez GSG confortent bien l'importance d'instaurer une préparation physique «à sec» dans la pratique de la voile. Ils viennent soutenir ceux de GAG qui, eux, sont significatifs (+ 10%). L'idée qu'un tel entraînement, couplé aux séances de voile sur l'eau, aurait donc sa place, même au niveau régional. Cela est expliqué par le principe suivant : seul un renforcement musculaire spécifique peut donner des résultats révélateurs sur une gestuelle particulière. Ainsi, une préparation physique «à sec» semble tout à fait intéressante voire indispensable pour répondre rapidement aux demandes spécifiques du catamaran, afin de mieux faire face aux exigences de la pratique.

Cependant, il convient de citer quelques limites à cette étude. La première réside dans le nombre réduit des sujets participant au protocole expérimental. Même si le chiffre de quatre par groupes suffit à établir une analyse statistique convenable, un nombre plus élevé de sujets aurait sûrement eu un léger impact sur les résultats mais surtout renforcerait la validité du protocole. L'autre limite attribuable à l'expérience est la quantité d'entraînement spécifique du GAG qui est certainement un peu légère. Une seule séance de renforcement de la sangle abdominale hebdomadaire sur un protocole de 9 semaines reste insuffisante pour une bonne programmation d'une préparation physique spécifique. Il aurait donc fallu augmenter aussi la quantité des séances voile hebdomadaire du GSG afin de respecter la même charge d'entraînement entre les deux groupes.

Malgré ces limites, il ressort de cette étude qu'un sport comme le catamaran, avec ses exigences propres, a tout intérêt à envisager

l'intégration d'une préparation physique «à sec» dans la planification de l'entraînement. Un constat qui va dans le sens de différents travaux concernant la pratique de la voile (Krause et Saury, 2001), et qui par ses contraintes physiologiques et environnementales, requiert un engagement physique conséquent demandant au préalable une préparation corporelle adéquate. Le protocole expérimental avait pour but de s'orienter vers ces demandes particulières du catamaran. Evaluer la coordination des MS sur un appareil se rapprochant au mieux des efforts vécus pendant la pratique fait de cette étude des travaux intéressants à explorer par tous les entraîneurs de cette pratique.

5 – CONCLUSION ET PERSPECTIVE

Les finalités principales de l'étude étaient d'exprimer l'effet d'un renforcement musculaire de la sangle abdominale et ses répercussions sur la coordination des membres supérieurs (MS) dans la pratique du catamaran et la place que peut prendre un entraînement «à sec» dans un sport tel que la voile.

Le protocole expérimental montre que 9 semaines de travail abdominal sur le groupe avec gainage (GAG) améliorent significativement le score de coordination des MS (+ 10%) contrairement au groupe sans gainage (GSG), qui suit un entraînement de voile «classique», qui n'améliore que légèrement son score (+ 2%) sans qu'il soit significatif. Le groupe témoin (GT) a des résultats sans évolution (+ 0,5%).

Cette étude met en avant l'importance que joue les muscles de la ceinture abdominale dans la coordination des MS, expliqué notamment par son rôle de point d'appui pour assurer une activité dynamique des bras efficiente et son importance dans la participation à la transmission des chaînes musculaires entre les membres supérieurs et les membres inférieurs. Ces résultats, dans une pratique comme la voile, montrent l'importance de ne pas négliger une préparation physique «à sec».

Les limites de cette étude se trouvent dans le nombre réduit de sujets évalués et dans le faible nombre d'heures d'entraînement hebdomadaire.

Les perspectives de prolongement de cette étude pourraient amener à se poser la question suivante : un entraînement de renforcement musculaire de la sangle abdominale pendant la pratique du support sur le plan d'eau serait-il intéressant pour le développement physique des pratiquants ? Il s'agit d'une interrogation soulevée par rapport à la préparation physique moderne qui veut intégrer au maximum le développement des qualités physiques des sportifs en se rapprochant au mieux de la spécificité de la pratique.

6 – LES POINTS CLES ET APPLICATIONS PRATIQUES

Quelle préparation physique pour la pratique du catamaran ?

• Une amélioration rapide de certaines qualités physiques ne passe que par un entraînement «à sec», c'est-à-dire de la préparation physique à terre.

• Renforcer les muscles de la sangle abdominale, du barreur et de l'équipier, améliorera l'activité dynamique des membres supérieurs.

Le travail de gainage doit se pratiquer de manière régulière. Il peut prendre place dans des séances de préparation physique intégrant de la résistance à l'effort et de la coordination générale.

• La pratique seule du catamaran n'a pas de réel impact sur la coordination des membres supérieurs, d'où l'importance du travail de gainage vu précédemment.

• Ce travail spécifique doit être en relation avec la pratique. Par conséquent, il est à coupler avec les séances de voile «classique». L'intérêt est de lier la préparation physique et la spécificité de la pratique. Là est la finalité de tout entraînement sportif.

7 – BIBLIOGRAPHIE

Cozzolino C. (2006). *Un programme régulier de préparation physique «à sec» est devenu nécessaire en natation synchronisée.* Savoir-Sport.

Dauty M. et coll. (2006). *Comparaison de la force isocinétique des rotateurs de l'épaule chez les sportifs de haut niveau pratiquant la voile et les sujets témoins appariés.* Sciences et Sports, 21, 154-58.

Easton C. et al. (2007). *Effects of dynamic upper-body exercise on lower-limb isometric endurance*. Journal of Sports Sciences, 25, 1101-1107.

Grosgeorge B. (2007). *La préparation physique au Basket-ball. Place et intérêt dans la prévention des traumatismes.* In : Le Gallais D., Millet G. (ed.). La préparation physique. Optimisation et limites de la performance sportive. Paris : Masson, 269-283.

Kotwica B. (2007). *Prévention des lombalgies par le gainage abdominal*. 12e Congrès de Médecine et de Kinésithérapie du Sport – Ecole du cirque - Lomme (59).

Krause S. & Saury J. (2001). *Analyse de l'activité d'un funboarder expert en situation de compétition de vagues.* IXème Congrès International des Chercheurs en Activités Physiques et Sportives - 1, 3 Novembre 2001 - Valence.

Marin L. (2007). *La préparation physique perceptive. Les évaluations proprioceptives générales sur l'équilibre*. In : Le Gallais D., Millet G. (ed.). La préparation physique. Optimisation et limites de la performance sportive. Paris : Masson, 52-54.

Maquet T. (2003). *POURQUOI FAIRE DES ABDOMINAUX*. Sport, santé et préparation physique.Let. 8:3.

Maton F. (2006). *Le gainage abdominal du sportif. Principe de la méthode de gainage abdominal «au ballon»*. IRBMS Sport Santé. Lille : Print Forum.

Pasquet G. et coll. (2004). *Echauffement du sportif.* Paris : Amphora, 69-96.

Portier H., Guézennec C. Y. (2003). *Estimation de la dépense énergétique lors d'une régate en dériveur.* Science & Sports, 18, 111-113.

Quaglierini J. (2006). *Effets d'un programme d'entrainement spécifique en proprioception sur l'équilibre chez le karatéka de haut niveau.* Mémoire de Master 2 IPPP, Université de Montpellier I, 37 pages.

Rodineau J. (1998). *Les syndromes des loges chroniques des avant-bras.* ScienceDirect, 41(8), 503-510.

Shepard R. J. (1990). *The biology and medicine of sailing.* PubMed, 9(2), 86-99.