

**MINISTERE DE LA SANTE  
REGION LORRAINE  
INSTITUT DE FORMATION EN MASSO-KINESITHERAPIE  
DE NANCY**



**ETUDE DE L'IMPLICATION DU COUPLE MUSCULAIRE  
EXTENSEURS DU RACHIS LOMBAIRE/ABDOMINAUX  
DANS LA LOMBALGIE AU SEIN D'UNE POPULATION  
CYCLISTE**

Rapport de travail écrit personnel  
présenté par **Gaël ANGER**  
étudiant en 3<sup>ème</sup> année de kinésithérapie  
en vue de l'obtention du Diplôme d'Etat  
de Masseur-Kinésithérapeute  
2006-2007.

## SOMMAIRE

---

### RESUME

---

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1. Une population fortement touchée par la lombalgie	1
1.2. Les causes énoncées par la littérature	2
1.3. Une sollicitation inégale des muscles extenseurs du rachis lombaire et des abdominaux au cours du pédalage	3
1.3.1. Les extenseurs du rachis lombaire	3
1.3.2. Les abdominaux	3
1.3.3. Mode de sollicitation et fonction	4
1.4. Questionnement et problématique	5
<b>2. CHAMP THEORIQUE.....</b>	<b>6</b>
2.1. Anatomie descriptive des muscles extenseurs lombaires et des abdominaux	6
2.1.1. Les extenseurs du rachis lombaire	6
2.1.2. Les abdominaux	8
2.2. Le choix des tests de Sorensen et de Shirado	9

---

<b>3. MATERIEL ET METHODE.....</b>	<b>10</b>
3.1. Matériel requis pour l'expérimentation	10
3.2. Population étudiée	10
3.3. Paramètres influençant le choix de notre population	11
3.4. Description du protocole	11
3.4.1. Le protocole	11
3.4.2. Test de Sorensen	12
3.4.3. Test de Shirado	13

---

<b>4. RESULTATS.....</b>	<b>14</b>
4.1. Analyse statistique	14
4.2. Résultats des tests de Sorensen et de Shirado	14

---

<b>5. DISCUSSION.....</b>	<b>16</b>
5.1. Sorensen et Shirado, des tests controversés	16
5.2. Physiologie de l'entraînement en endurance	17
5.3. Le déséquilibre d'endurances entre fléchisseurs et extenseurs, mis en cause dans la lombalgie	20
5.3.1. Le caisson abdominal	20
5.3.2. Le rôle protecteur des extenseurs du rachis	21
5.3.3. Stabilisation du bassin	22

---

**6. CONCLUSION.....24**

---

**BIBLIOGRAPHIE**

---

**ANNEXES**

## **1. Introduction**

### **1.1. Une population fortement touchée par la lombalgie**

La pratique du cyclisme moderne requiert une préparation assidue visant à exprimer le meilleur des capacités physiques de chacun. Ainsi, 6 à 20 heures d'entraînement hebdomadaire sont recommandées suivant le niveau et les objectifs du sportif (12, 19), représentant des milliers de kilomètres au terme de chaque saison. Cette charge de travail considérable n'est pas sans conséquence, et nombreuses sont les pathologies liées à la pratique de ce sport. La lombalgie commune, définie par l'H.A.S. comme « des douleurs lombaires de l'adulte sans rapport avec une cause inflammatoire, traumatique, tumorale ou infectieuse », semble représenter une affection récurrente dans cette population (6, 12, 22, 27).

Or, d'après la littérature, les études se rapportant à ce sujet sont peu nombreuses. De plus, la variabilité des résultats apparaît importante et les populations étudiées restent restreintes. C'est ainsi que BOHLMANN (5) fait état de 10% de cyclistes touchés par la lombalgie, quand KULUND et BRUBACKER (17) apportent un chiffre de 15% alors que WEISS (29) annonce un résultat de 2,7%. Cependant, ces travaux sont relativement anciens et nous pouvons supposer que ces données seraient différentes aujourd'hui compte tenu des avancées technologiques que le sport cycliste a connu depuis les années 1980.

## 1.2. Les causes énoncées par la littérature

Les recherches bibliographiques dévoilent l'absence d'étude approfondie concernant les causes de lombalgie chez le cycliste, comme le soulignent BURNETT et Coll. (6). Pourtant, de nombreuses hypothèses sont émises par les différents auteurs sans que nous puissions retrouver de véritable vérification parmi les publications.

USABAGIA et Coll. (27) mettent ainsi en cause la tension du système ligamentaire lombaire postérieur, secondaire à l'inversion de l'angle physiologique de lordose, imposée par la position sur la bicyclette.

Selon MELLION (22), le réglage de la machine est capital pour éviter toute pathologie. Ce même auteur dénonce la sollicitation sur un mode isométrique des muscles de la stabilisation du bassin. Selon lui, un tel travail musculaire limite le flux sanguin produisant des douleurs ischémiques auxquelles s'ajoute une accumulation de déchets métaboliques. La somme de ces deux phénomènes serait responsable des douleurs lombaires du cycliste. BURNETT et Coll. (6) insistent d'ailleurs sur la position de flexion permanente qui engendre une suractivité des érecteurs du rachis et une charge mécanique importante.

Les étiologies apparaissent donc très variables mais ne bénéficient pas de véritables appuis scientifiques.

### **1.3. Une sollicitation inégale des muscles extenseurs du rachis lombaire et des abdominaux au cours du pédalage**

#### **1.3.1. Les extenseurs du rachis lombaire**

Il existe une sollicitation permanente des muscles extenseurs du rachis, dont l'importance est variable selon l'intensité de l'exercice, la position des mains sur le guidon et l'attitude adoptée par le cycliste. En effet, la contraction des paravertébraux lombaires est proportionnelle à l'effort produit lors du pédalage (9, 27). Le travail imposé à ces muscles est d'ailleurs d'autant plus important que le cycliste place ses mains au fond du cintre et accentue ainsi sa flexion lombaire (27).

Il faut ajouter que la position dite « en danseuse » est la plus coûteuse pour les érecteurs du rachis puisque la suppression de l'appui ischiatique sur la selle impose le support d'une charge supplémentaire à la colonne (9).

#### **1.3.2. Les abdominaux**

Un recrutement permanent de la ceinture abdominale est relevé au cours du pédalage en position assise. Cependant ce travail musculaire est minime puisqu'il ne dépasse pas 8% de la contraction maximale volontaire (15).

USABAGIA et Coll. (27) démontrent que l'intensité de l'exercice, le profil du terrain et la position assise adoptée par le cycliste, n'ont pas d'influence sur le recrutement des abdominaux.

Seule la position dite «en danseuse» augmente significativement la sollicitation du droit de l'abdomen du fait de la présence d'une pression viscérale importante, mais elle n'est adoptée que très occasionnellement (9).

### **1.3.3. Mode de sollicitation et fonction**

La stabilité du bassin et du buste est primordiale pour la performance. Cela permet, en effet, d'offrir un point fixe rostral au psoas, au droit fémoral et aux ischios jambiers qui représentent des muscles essentiels du cycle de pédalage (22, 27). Cette fixation constitue également un facteur indispensable à la transmission optimale du travail fourni par les membres supérieurs et le tronc aux pédales (9).

Enfin, le tronc doit constituer un bloc rigide afin de répondre à la force de réaction inverse qui lui est appliquée lors de la phase de poussée.

Cet effort de stabilisation passe par un travail en mode statique des abdominaux et des extenseurs du rachis (22, 27).

Il est décrit une contraction permanente des deux groupes musculaires au cours de l'effort, avec de nombreuses variations d'intensités, dépendantes de la position et de l'importance de la puissance développée. L'essentiel de l'effort est donc réalisé en sollicitation d'endurance à travers un travail en aérobie (1), avec une prédominance des muscles extenseurs du rachis sur les abdominaux.

#### **1.4. Questionnement et problématique**

A l'image des hypothèses étiologiques apportées par la littérature, les solutions proposées demeurent vagues. La vérification de la position sur la machine constitue une recommandation bien connue du monde cycliste. Cependant, une mauvaise adaptation de la bicyclette à l'athlète n'est pas à même d'expliquer l'ensemble des lombalgies communes.

La sollicitation des abdominaux et des spinaux apparaît déséquilibrée au cours du pédalage et certains auteurs préconisent un renforcement musculaire spécifique des muscles du tronc dans le but d'améliorer l'efficacité du geste sportif (9, 12). Pourtant, ces conseils ne s'appuient sur aucun texte étudiant la force musculaire de ces antagonistes chez le cycliste.

Nous pouvons donc nous demander si la population cycliste présente un déséquilibre d'endurance musculaire entre extenseurs du rachis et abdominaux pouvant être à l'origine de lombalgie commune.

## 2. Champ théorique

### 2.1. Anatomie descriptive des muscles extenseurs lombaires et des abdominaux

#### 2.1.1. Les extenseurs du rachis lombaire

##### Classification :

L'extension de la colonne lombaire est assurée par les muscles spinaux lombaires situés en arrière du plan des processus transverses. Il est possible de les classer en deux grandes catégories :

- les muscles courts, unisegmentaires, représentés par les interépineux et les intertransversaires médiaux : leur volume réduit ne semble pas leur permettre de jouer un rôle significatif dans le mouvement vertébral. Cependant, ces petits muscles possèdent une densité de fuseaux neuromusculaires 2 à 6 fois supérieure aux muscles polysegmentaires, ce qui en fait de véritables capteurs proprioceptifs, «placés près de la colonne lombale, «ils» pourraient contrôler les mouvements de la colonne et apporter un feedback influençant l'action des muscles environnants» (4).
- Les muscles longs, plurisegmentaires, représentés par le multifide et les muscles érecteurs spinaux lombaires (longissimus thoracique et ilio costal lombaire) : plus volumineux et plus puissants, ils constituent les véritables extenseurs du rachis lombaire.

### Les muscles longs :

Le multifide, le longissimus thoracique et l'ilio costal ont une action commune d'extension du rachis lombaire. Les rôles de fléchisseurs latéraux et de rotateurs sont secondaires car ils ne s'expriment qu'à travers de courts bras de levier, leur conférant une force peu importante (4, 10) (fig. 1).

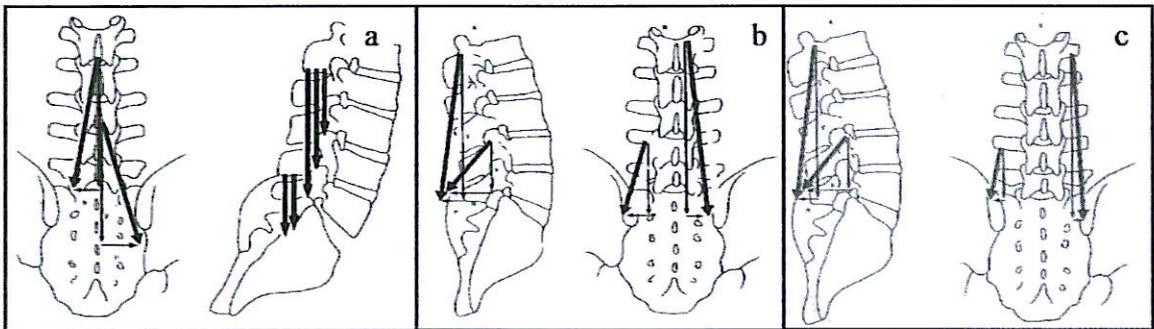


Figure 1 : orientation des fibres des muscles multifide (a), longissimus (b), et ilio costal (c) (4).

Ces muscles longs travaillent en permanence pour stabiliser et renforcer la colonne. La station debout relâchée ne requiert que 2 à 5% de la force isométrique maximale quand la position assise en demande 3 à 5% et le port de charge lourde 75 à 100% (4). Cependant, ce maintien debout relâché n'est pas physiologique et la musculature est recrutée en permanence pour apporter les corrections posturales nécessaires en fonction de la projection du centre de gravité.

Cette sollicitation en endurance est confirmée par la composition histochimique de ces muscles. En effet, le multifide, l'ilio costal et le longissimus ont une constitution préférentielle en fibre de type I (tab. I) (4).

Tableau I : composition histochimique des muscles longs

	Pourcentage de fibres I	Pourcentage de fibres IIa	Pourcentage de fibres IIb
Multifidus	55%	20%	25%
Ilio costal	55%	20%	25%
Longissimus	70%	20%	10%

### 2.1.2. Les abdominaux

Les abdominaux comprennent 7 muscles plats répartis sur 3 plans :

- les droits de l'abdomen droit et gauche formant le plan superficiel
- les obliques externes et obliques internes droits et gauches formant le plan moyen
- le transverse formant le plan profond.

Ce groupe musculaire possède un rôle prioritairement statique avec une composition de 95% de fibres toniques (11).

Les muscles abdominaux forment la paroi antéro latérale du caisson abdominal. Ils agissent comme stabilisateurs du rachis lombaire en exerçant une poussée sur les viscères qui va se répercuter sur la face antérieure des vertèbres lombaires. Par ce mécanisme d'augmentation de la pression intra abdominale apportant un support antérieur à la colonne lombaire, le caisson abdominal absorbe jusqu'à 30% des contraintes (11).

Le rôle dynamique est de moindre importance, l'essentiel de la mobilité devant être assuré par les articulations coxo fémorales (11). Les abdominaux sont décrits comme fléchisseurs et rotateurs selon l'orientation de leurs fibres mais, il semble être plus intéressant de les considérer comme des contrôleurs des mouvements antagonistes à travers un travail excentrique (11, 24).

## 2.2. Le choix des tests de Sorensen et de Shirado

La fonction de pédalage sollicite les muscles extenseurs du rachis et abdominaux dans un mode statique, à travers un travail en endurance. Les tests de Sorensen et de Shirado, permettent d'évaluer la force de ces groupes musculaires en respectant ces deux aspects de leur contraction, spécifiques au geste sportif.

L'épreuve de Sorensen apprécie la résistance à la fatigue des muscles multifide, ilio costal et longissimus essentiellement. Le premier nommé semble être le plus sollicité selon sa fonction de stabilisateur de la colonne lombaire dans le plan sagittal (1, 16). Leur contraction reste infra maximale, avec des valeurs comprises entre 40 et 50%, de la force maximale volontaire (16), ce qui confirme la sollicitation en endurance. De plus, ce test est spécifique de l'étage lombaire avec une décroissance des réponses électromyographiques plus rapide qu'au niveau thoracique (20).

Les abdominaux, à l'exception du transverse, travaillent également en endurance et selon un mode statique au cours du test de Shirado.

Ces deux tests, dont la réalisation est relativement simple et ne requiert que peu de matériel et de moyens financiers, s'avèrent donc être intéressants pour la réalisation de notre étude. En effet, ils respectent les deux principales caractéristiques de recrutement au cours du geste sportif, des groupes musculaires que nous souhaitons étudier chez le cycliste.

### **3. Matériel et méthode**

#### **3.1. Matériel requis pour l'expérimentation**

Nous travaillons dans une pièce chauffée.

L'étude nécessite l'utilisation d'une table de masso kinésithérapie, d'un tabouret, d'un chronomètre, de 3 sangles, d'un coussin en demi lune, et d'un inclinomètre.

#### **3.2. Population étudiée**

Nous réalisons notre étude avec une population de 61 sujets masculins composée de 30 volontaires possédant une licence à la Fédération Française de Cyclisme (F.F.C.), depuis 11 ans en moyenne, constituant le groupe A et de 31 volontaires ne pratiquant pas le cyclisme, issus de l'Institut Lorrain de Formation de Masso-Kinésithérapie constituant le groupe B (ou groupe témoin).

Parmi les cyclistes, 3 évoluent en 4<sup>ème</sup> catégorie, 8 en troisième catégorie, 7 en deuxième catégorie, 11 sont en première catégorie et 1 est professionnel. Il est intéressant de noter que 16 des 31 licenciés à la F.F.C. ont bénéficié d'une étude posturale ou de l'avis d'un entraîneur qualifié pour effectuer les réglages de leur position sur la bicyclette.

Les licenciés à la F.F.C. sont classés en 4 catégories de niveau croissant allant de la 4<sup>ème</sup>, correspondant au niveau départemental, à la 1<sup>ère</sup> qui réunit les meilleurs amateurs. Il faut y ajouter les coureurs professionnels.

Les sujets du groupe A présentent une taille moyenne de 179 centimètres pour un poids de 68 kilogrammes et un âge moyen de 23 ans. Les sujets du groupe B, quant à eux,

présentent une taille moyenne de 180 centimètres pour un poids de 73 kilogrammes et un âge moyen de 22 ans.

### **3.3. Paramètres influençant le choix de notre population**

#### **Critères d'inclusion :**

Groupe A : être licencié à la Fédération Française de Cyclisme et pratiquer ce sport depuis au moins un an.

Groupe B : être étudiant à l'Institut Lorrain de Formation en Masso-Kinésithérapie de Nancy.

#### **Critères de non inclusion :**

Antécédents connus de lombalgie.

### **3.4. Description du protocole**

#### **3.4.1. Le protocole**

Un questionnaire destiné à recueillir les critères généraux, les sports pratiqués et les données générales (taille, poids, âge) est d'abord rempli par chaque participant avant la description des tests par l'expérimentateur (Annexe I).

Le sujet est invité à se placer pendant quelques secondes dans la position de Sorensen afin d'éviter un éventuel arrêt prématuré lors du test dû à une appréhension et pour ajuster la tension des sangles.

Le test de Sorensen est ensuite réalisé, puis un temps de repos de 5 minutes est imposé avant d'effectuer le test de Shirado. En respect de la littérature, les tests sont réalisés sans échauffement préalable.

Dans le but de minimiser l'aspect psychologique de la performance, aucun encouragement ni indication temporelle ne sont délivrés au cours de l'épreuve et les participants ne sont pas informés des résultats obtenus par leurs prédécesseurs.

### **3.4.2. Test de Sorensen**

Le sujet est torse nu, en procubitus, les épines iliaques antéro supérieures en bord de table. Le tronc est dans le vide, un appui est réalisé à l'aide des membres supérieurs sur un tabouret. Trois sangles sont placées à hauteur du grand trochanter, des genoux et des chevilles (avec un coussin en demi lune installé sous ces dernières dans un souci de confort) afin de maintenir les membres inférieurs sur le plan de la table (Fig. 2) (2).

Au signal verbal, le sujet croise les bras sur la poitrine, mains sur les épaules contre latérales. Il est alors demandé de maintenir la position horizontale aussi longtemps que possible, l'épreuve s'arrêtant à la chute importante du tronc vérifiée par un inclinomètre placé en inter scapulaire.

L'examineur demande le redressement du tronc quand une chute supérieure à  $10^\circ$  est observée (18). Le test continue si cette correction peut être réalisée par le sujet, le cas échéant, l'exercice est arrêté.

Le temps est chronométré en secondes.

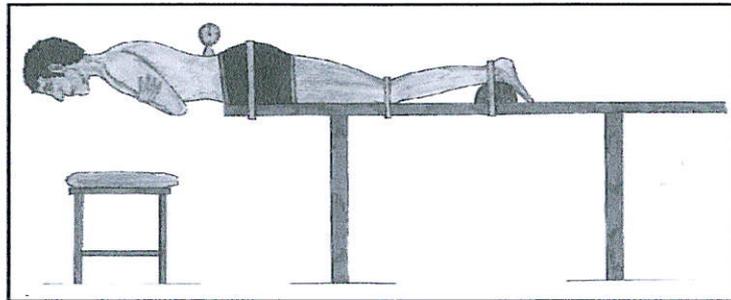


Figure 2 : Test de Sorensen

### 3.4.3. Test de Shirado

Le sujet est torse nu, en décubitus dorsal. Les hanches et les genoux sont fléchis à 90°. Les bras sont croisés sur les épaules contre latérales.

Au signal verbal, le sujet fléchit la tête, enroule les épaules et décolle les scapulas du plan de la table (fig. 3) (14).

Il est alors demandé de maintenir la position aussi longtemps que possible, l'épreuve s'arrêtant à la chute du tronc évaluée par l'examineur qui place ses mains au niveau de la pointe des scapulas.

Le temps est chronométré en secondes.

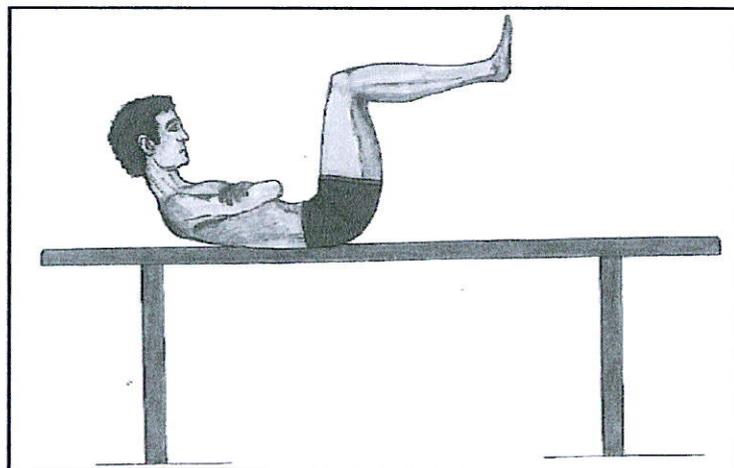


Figure 3 : Test de Shirado

## **4. Résultats**

L'objectif est de définir s'il existe une différence d'endurance musculaire, concernant les extenseurs du rachis lombaire et les abdominaux, entre la population cycliste et la population témoin.

### **4.1. Analyse statistique**

Nous utilisons le test «t de Student» de comparaison de moyennes pour analyser les données générales de nos volontaires et comparer la population cycliste et la population témoin (Annexes IV).

Le même test est utilisé pour déterminer une éventuelle différence significative des temps réalisés aux tests de Sorensen et de Shirado entre nos deux populations (Annexes V).

### **4.2. Résultats des tests de Sorensen et de Shirado**

Les résultats obtenus par nos 61 volontaires font apparaître une différence significative entre nos deux populations en ce qui concerne le test de Sorensen, alors que les valeurs du test de Shirado sont comparables entre cyclistes et non cyclistes. En effet, le groupe A affiche une valeur moyenne de 190,9 secondes au test de Sorensen contre 124,0 secondes pour le groupe B et le test t de Student de comparaison des moyennes aboutit à un p inférieur à 0,0001 (tab. II, ANNEXE II et III). Nous pouvons alors en déduire que l'échantillon de la population cycliste étudié possède, au niveau des extenseurs du rachis lombaire, une endurance

musculaire supérieure à celle de l'échantillon témoin. En revanche, l'endurance musculaire des abdominaux du groupe A est semblable à celle du groupe B.

L'étude du rapport Shirado/Sorensen dévoile ainsi une différence significative entre les deux groupes de sujets ce qui nous permet de mettre en évidence un déséquilibre musculaire au profit des extenseurs du rachis lombaire, au sein de notre population cycliste.

Il faut préciser que la catégorie dans laquelle évoluent les cyclistes n'a pas d'influence sur les résultats obtenus aux tests. De plus, les données générales de nos volontaires nous dévoilent un poids significativement plus élevé au sein du groupe B avec une valeur de p de 0,0028 au test t de Student. Cependant, selon VAILLANT (28), la taille et le poids n'ont pas d'influence sur les tests de Sorensen et de Shirado.

Comment peut on expliquer un tel résultat et quelles peuvent être les conséquences quand ce rapport proche de 9/10 au sein de la population témoin, affiche une valeur d'environ 1/2 chez les cyclistes ?

Tableau II : Résumé des résultats obtenus lors des tests de Sorensen et de Shirado

	<b>Cyclistes (groupe A)</b>		<b>Non Cyclistes (groupe B)</b>	
	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>	<b>Moyenne</b>	<b>Ecart type</b>
<b>Sorensen (s)</b>	190,9	48,8	124	25,4
<b>Shirado (s)</b>	94,2	40,7	108,7	40,3
<b>Shirado/Sorensen</b>	0,519	0,243	0,892	0,303

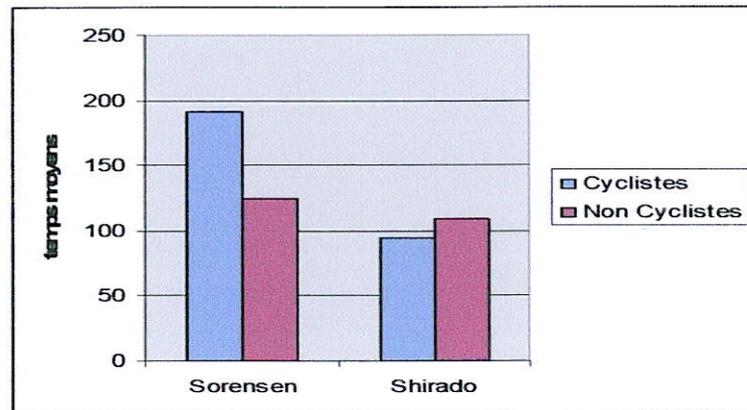


Figure 4 : histogramme des résultats obtenus

## 5. Discussion

### 5.1. Sorensen et Shirado, des tests controversés

Le test de Sorensen est communément utilisé dans la réalisation du bilan de la lombalgie commune. Cependant, il reste fréquemment critiqué quant à sa capacité à étudier l'endurance musculaire des extenseurs du rachis de façon spécifique. En effet, certains auteurs soulignent l'intervention de l'ensemble du plan postérieur et en particulier des grands fessiers et des ischios jambiers, au cours de cette épreuve (8). Selon SPARTO et Coll. (26), ces muscles ne constituent pas un facteur d'arrêt et seulement deux sujets de notre étude expriment l'épuisement des ischios jambiers comme facteur d'arrêt du test.

Le second point de controverse concerne le facteur psychologique. Comme dans toute épreuve musculaire, la motivation et l'esprit de compétition peuvent influencer le résultat du Sorensen et du Shirado. Nous pouvons donc supposer que les sportifs soient plus performants simplement par la volonté de se dépasser et d'être supérieurs à leurs « adversaires »

représentés par les autres sujets. C'est pourquoi nous avons décidé de ne pas dévoiler les performances réalisées par les prédécesseurs et de ne donner aucune information temporelle au cours des tests. De plus, la quasi totalité des participants pratique un sport.

Ces précautions diminuent quelque peu le biais psychologique, mais une amélioration pourrait être apportée en couplant les tests à une échelle de Borg ou encore à l'électromyographie afin de quantifier la fatigabilité musculaire. MANNION (20) a, en effet, démontré la corrélation entre le temps réalisé et les réponses électromyographiques des muscles extenseurs du rachis au cours du test de Sorensen.

Toutefois, notre étude s'intéresse principalement au rapport des résultats de ces deux épreuves. Et cette valeur est supposée rester indépendante du facteur psychologique puisqu'un même sujet devrait réaliser les deux tests avec la même application.

## **5.2. Physiologie de l'entraînement en endurance**

L'aptitude à maintenir une contraction statique prolongée ou la capacité du muscle à assurer une répétition importante de contraction définissent la notion d'endurance musculaire.

Les résultats de notre étude mettent en évidence une endurance accrue des extenseurs du rachis lombaire dans la population cycliste pour laquelle nous avons démontré, plus haut, le recrutement préférentiel de ce groupe musculaire dans l'exécution du pédalage.

L'entraînement en endurance fait appel au métabolisme aérobie qui permet la production énergétique nécessaire à un effort de plusieurs heures. Il faut le différencier des métabolismes anaérobie alactique et anaérobie lactique qui apportent une quantité d'énergie plus importante mais qui ne peuvent subvenir aux besoins d'un travail supérieur à quelques

secondes, voir à quelques minutes. Un cycliste, développe ses capacités aérobies à travers l'amélioration de ses composantes respiratoires et cardiovasculaires mais également en spécialisant le métabolisme de ses fibres musculaires.

Un muscle est composé de trois types de fibres dont la répartition est génétiquement déterminée. Le tableau III, qui en résume les principales caractéristiques, permet de mettre en évidence que les fibres de type I semblent être plus à même d'assurer un travail en endurance.

Tableau III : Caractéristiques des différents types de fibres musculaires.

<b>Caractéristiques</b>	<b>Type I</b>	<b>Type IIa</b>	<b>Type IIb</b>
<b>Motoneurone</b>	Petit	Gros	Gros
<b>Vitesse de conduction</b>	Lente	Rapide	Rapide
<b>Résistance à la fatigue</b>	Elevée	Modérée	Faible
<b>Système</b>	Aérobie	Mixte	Anaérobie
<b>Nombre de mitochondrie</b>	Elevée	Modérée	Faible
<b>Densité capillaire</b>	Elevée	Modérée	Faible
<b>Force de l'unité motrice</b>	Faible	Modérée	Elevée
<b>Concentration en myoglobine</b>	Elevée	Modérée	Faible

L'entraînement en endurance peut avoir une répercussion sur les fibres musculaires par différents aspects. En effet, un tel travail entraîne une hypertrophie des fibres lentes et peut faire évoluer des fibres de type IIb et IIa vers un travail plus oxydatif, se rapprochant de l'activité des fibres de type I.

De plus, les réseaux capillaires musculaires se développent, permettant d'augmenter la surface des échanges gazeux, thermiques, de nutriment et de déchets métaboliques entre le sang et le muscle, améliorant ainsi le rendement cellulaire.

Une autre adaptation consiste en l'augmentation de la concentration en myoglobine conférant un meilleur transport de l'oxygène au sein de la cellule musculaire.

Les mitochondries, organites représentant le siège de la production énergétique du métabolisme aérobie, sont également concernées avec une croissance en nombre et en taille. Ce phénomène est renforcé par une concentration cellulaire d'enzymes oxydatives accrue qui facilite les nombreuses réactions nécessaires à la production de l'ATP.

Enfin les réserves de glycogène et de lipides cellulaires sont plus conséquentes au sein des cellules musculaires des sujets entraînés, assurant ainsi une réserve de substrat énergétique plus importante.

L'entraînement en endurance permet donc une amélioration globale des capacités oxydatives des cellules musculaires. L'oxygène est ainsi apporté en quantité supérieure par le système cardiorespiratoire et mieux exploité au niveau cellulaire (3, 21, 30).

Ce phénomène est soutenu par l'adaptation du système nerveux, qui se manifeste à travers un perfectionnement de la coordination musculaire et un meilleur recrutement des unités motrices grâce au travail en endurance musculaire (30).

Ces retentissements physiologiques secondaires à l'activité sportive, peuvent expliquer les résultats supérieurs à la population témoin au test de Sorensen, obtenus par les cyclistes qui sollicitent de façon importante leurs extenseurs du rachis comme nous l'avons vu plus haut.

### **5.3. Le déséquilibre d'endurance entre fléchisseurs et extenseurs, mis en cause dans la lombalgie**

#### **5.3.1. Le caisson abdominal**

Le caisson hydropneumatique abdominal représente l'élément essentiel de la stabilité lombaire qui se doit d'être privilégiée à la mobilité. Il est délimité rostralement par le diaphragme, caudalement par le planché périnéal et le bassin, et en arrière par la colonne lombaire, les muscles extenseurs et l'engainage aponévrotique. Les faces antérieures et latérales sont formées par les muscles abdominaux.

Selon plusieurs auteurs, une faiblesse de ce groupe musculaire constitue un facteur de risque de lombalgie en augmentant les contraintes sur la colonne lombaire (11, 14). Ceci serait secondaire, selon Latimer et Coll., à une sollicitation plus fréquente des structures passives (18). En effet, la sangle abdominale agit comme un rempart antérieur protégeant le système vertébral par l'intermédiaire des viscères. L'augmentation de la pression intra abdominale entraînée par la contraction des abdominaux, contribue à stabiliser le rachis lombaire (7, 11) en formant un corset naturel venant comprimer les viscères qui vont alors épouser la forme de la face antéro latérale de la colonne lombaire quelque soit la position adoptée. Ce phénomène est primordial lors des ports de charge car il permet de diminuer le bras de levier et d'étendre le pivot plus en avant, soulageant ainsi la colonne lombaire et absorbant près de 30% de ses contraintes (11).

Le rôle des abdominaux dans les ports de charge est également, selon BOGDUK (4), de contrôler les mouvements de rotation du tronc.

Une faiblesse des muscles abdominaux constitue donc une cause essentielle de la lombalgie. Cependant, notre étude ne met pas en évidence une véritable faiblesse de ce groupe musculaire mais une prédominance accrue de ses antagonistes.

Quelles sont les conséquences d'un tel déséquilibre ?

### **5.3.2. Le rôle protecteur des extenseurs du rachis**

La possession d'une musculature paravertébrale dotée d'une bonne endurance isométrique est un facteur de prévention contre les pathologies lombaires (2). Les muscles extenseurs sont, en effet, sollicités dans l'ensemble des activités (1, 2, 23), ils doivent donc posséder une résistance suffisante pour assumer ce travail considérable. Une diminution de leur endurance, confirmée par un résultat peu important au test de Sorensen, constitue un facteur pronostic de lombalgie (2, 13, 23).

Les temps réalisés au test de Sorensen par les cyclistes ayant participé à notre étude sont donc en faveur d'une musculature paravertébrale plus propice à assurer son rôle protecteur. Cependant, si la littérature est riche quant à l'évaluation des extenseurs du rachis lombaire comme facteur de prédiction de la lombalgie, nous n'avons pas trouvé de texte traitant des conséquences du déséquilibre musculaire sagittal que nous venons de mettre en valeur dans la population cycliste étudiée.

### 5.3.3. Stabilisation du bassin

Lors des ports de charge, la stabilisation du bassin est primordiale pour la bonne conduite de l'action des membres inférieurs qui doivent représenter le siège des efforts des transports verticaux. Ce travail est réalisé grâce, notamment, à la cocontraction des muscles abdominaux et extenseurs du rachis lombaire. L'intervention musculaire est d'autant plus importante que l'effort demandé est élevé (13).

Cette coactivation antagoniste augmente la stabilité locale et générale selon les muscles. Ainsi, le multifide, le transverse, les obliques internes possèdent un rôle local à l'opposé du longissimus, des droits de l'abdomen et des obliques externes qui ont une vocation plus globale de stabilité (4).

La sollicitation peut parfois être maximale (4). Nous pouvons donc nous demander si une prédominance trop importante des muscles extenseurs ne peut pas constituer, dans ces situations, un facteur de lombalgie, leur action pouvant accentuer la lordose et ainsi modifier les contraintes. La répartition des pressions discales serait hétérogène, favorisant une fuite nucléaire antérieure.

Selon DUFOUR, le déséquilibre musculaire sagittal est un facteur de bascule du bassin caractérisé par une antéversion majorée dans le cas d'une prédominance des extenseurs (11). Cette modification de la statique pelvienne entraîne une compensation par accentuation de la lordose lombaire se répercutant sur les pressions discales selon le modèle décrit précédemment dans le port de charge, mais également en aggravant la compression des articulations zygapophysaires et en sollicitant le ligament longitudinal antérieur.

Dans ce cas, ce n'est donc pas directement la position particulière adoptée par le cycliste sur sa machine qui représente la cause de la lombalgie. Le sportif est d'ailleurs très attentif aux réglages de son matériel comme le confirme notre étude, puisque 16 de nos volontaires ont fait appel à un entraîneur qualifié possédant un Brevet d'Etat ou un Brevet Fédéral et/ou on réalisé une étude posturale pour les déterminer. En effet, il est aujourd'hui reconnu qu'une machine mal adaptée est fréquemment source de troubles musculo squelettiques (12). La lombalgie est, ici, révélée par les contraintes subies lors des activités de la vie quotidienne sur un rachis mal équilibré.

## 6. Conclusion

Ainsi, notre population cycliste est marquée par un déséquilibre important entre l'endurance statique des extenseurs du rachis et celle des abdominaux, qui semble représenter un des facteurs de lombalgie chez ces sportifs.

Au vu de ces résultats, il semblerait judicieux d'intégrer un renforcement des abdominaux à l'entraînement du cycliste, pour permettre le maintien d'une balance musculaire correcte et ainsi éviter une source pathologique éventuelle.

Néanmoins, l'étude devrait être menée sur un échantillon plus conséquent afin d'obtenir des données plus précises à exploiter pour la mise en place d'une stratégie de musculation aussi adaptée que possible à la population cycliste. Il serait, par ailleurs, intéressant d'étudier les courbures rachidiennes dans le plan sagittal chez ces sportifs, dans le but de vérifier l'existence d'éventuelles conséquences sur la statique d'un tel déséquilibre musculaire.

D'autre part, nous nous intéresserions à l'établissement de chiffres plus récents quant à la fréquence des lombalgies dans le sport cycliste dont la technologie et la pratique ont considérablement évolué depuis les années 1980. Aussi, nous procéderions à un élargissement de l'étude sur les étiologies de la lombalgie au sein de la population cycliste

Certains palmarès seraient sans aucun doute beaucoup plus étoffés sans la survenue de rachialgie. Celui du triple champion du monde Oscar Freire contraint à réduire ses saisons sportives à quelques mois par an seulement, en constitue l'exemple le plus probant aujourd'hui.

# **BIBLIOGRAPHIE**

1. **AROKOSKI J. P., VALTA T., AIRAKSINEN O., KANKAANPAA M.** – Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. – Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82, p. 1089 - 1098.
2. **BIERING SORENSEN F.** - Physical measurement as risk indicators for low back trouble over one year period. - SPINE, 1984, 9, p. 106 - 119.
3. **BILLAT V.** – Physiologie et méthodologie de l'entraînement : de la théorie à la pratique. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : De Boeck Université, 1998. – 193 p.
4. **BOGDUK N.** – Anatomie clinique du rachis lombal et sacré. – 4<sup>ème</sup> éd. – Saran : Elsevier, 2005. 340 p.
5. **BOHLMANN J. T.** – Injuries in competitive cycling. – Physician Sportsmed, 1981, 9, 5, p. 117.
6. **BURNETT A. F., CORNELIUS M. W., DANKAERTS W., O'SULLIVAN P. B.** – Spinal kinematics and trunk muscle activity in cyclists: a comparison between healthy controls and non-specific chronic low back pain subjects, a pilot investigation. – Man Ther., 2004, 9, 4, p. 211 – 219.

7. **CHOLEWICKI J., JULURU K., RADEBOLD A., PANJABI M. M., MC GILL S. M.** – Lumbar spine stability can be augmented with an abdominal belt and/or increased intra abdominal pressure. – Eur Spine J, 1999, 8, p. 388 – 395.
8. **DEMOULIN C., FAUCONNIER C., VANDERTHOMMEN M., HENROTIN Y.**  
– Recommandations pour l'élaboration d'un bilan fonctionnel de base du patient lombalgique. – Rev Med Liege, 2005, 60, p. 661 - 668.
9. **DUC S., BERTUCCI W., PERNIN J. N., GRAPPE F.** - Muscular activity during uphill cycling : Effet of slope posture, hand grip position and constrained bicycle lateral sways – J Electromyogr Kinesiol., 2006, 21.
10. **DUFOUR M.** – Anatomie de l'appareil locomoteur : Tête et tronc. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Masson, 2002. – 372 p.
11. **DUFOUR M., PILLU M.** – Biomécanique fonctionnelle : Membres, Tête, Tronc. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Masson, 2005. – 568 p.
12. **GRAPPE F.** – Cyclisme et optimisation de la performance – 1<sup>ère</sup> éd. – Bruxelles : De Boeck Université, 2005. – 448 p. – Col. Pratique & Technologie.
13. **HOLMSTROM E., MORITZ U., ANDERSSON M.** - Trunk muscle strength and back muscle endurance in construction workers with and without low back disorders. – Scand J Rehab Med, 1992, 24, p. 3 – 10.

14. **ITO T., SHIRADO O., SUZUKI H., TAKAHASHI M., KENADA K., STRAX T. E.** – Lumbar trunk muscle endurance testing: an inexpensive alternative to a machine for evaluation. – Arch Phys Med Rehabil, 1996, 77, p. 75 - 79.
  
15. **JUKER D., MC GILL S., KROPF P.** - Quantitative intramuscular myoelectric activity of lumbar portion of psoas and the abdominal wall during cycling. – J. APPL. BIOMECH., 1998, 14, 4, p. 428 - 438.
  
16. **K-F NG J., RICHARSON C., JULL G.** – Electromyographic amplitude and frequency changes in the iliocostalis lumborum and multifidus muscles during a trunk holding test. – Physical Therapy, 1997, 77, 9, p. 954 – 961.
  
17. **KULUND D. N., BRUBACKER C. E.** – Injuries in the Bikecentennial tour - Physician Sportsmed, 1978, 6, 6, p. 74.
  
18. **LATIMER J., MAHER C. G., REFSHAUGE K., COLACO I.** - The reliability and validity of the Biering Sorensen test in asymptomatic subjects and subjects reporting current or previous non specific low back pain. - SPINE, 1999, 24, 20, p. 2085 - 2090.
  
19. **MALLET P.** – Cyclisme moderne : Préparation et entraînement. – 1<sup>ère</sup> éd. – Paris : Amphora sports, 2005. – 477 p.

20. **MANNION A. F., DOLAN P.** – Electromyographic median frequency changes during isometric contraction of the back extensors to fatigue. – *Spine*, 1994, 19, 11, p. 1223 – 1229.
21. **MARIEB E. N.** – Anatomie et physiologie humaine. – 4<sup>ème</sup> éd. – Bruxelles : De Boeck Université, 1999. – 1194 p.
22. **MELLION M. B.** – Neck and back pain in bicycling – *Clin Sports Med*, 1994, 13, 1, p. 137 – 164.
23. **MOFFROID M. T.** – Endurance of trunk muscles in persons with chronic low back pain: assessment, performance, training. – *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 1997, 34, 4, p. 440 – 447.
24. **MOORE K. L., DALLEY A. F.** – Anatomie médicale : Aspects fondamentaux et applications cliniques. – 1<sup>ère</sup> ed. – Bruxelles : De Boeck Université, 2001. – 1216 p.
25. **SAVELBERG H. H. C. M., VAN DE PORT I. G. L., WILLEMS P. J. B.** – Body configuration in cycling affects muscle recruitment and movement pattern. – *Journal of Applied Biomechanics*, 2003, 19, 4, p. 310 – 324.

26. **SPARTO P. J., PARNIANPOUR M., REINSEL T. E., SIMON S.** – Spectral and temporal responses of trunk extensor electromyography to an isometric endurance test. – *Spine*, 1997, 22, 4, p. 418 – 426.
27. **USABIAGA J., CRESPO R., IZA I., ARAMENDI J., TERRADOS N., POZA J. J.** - Adaptation of the lumbar spine to different positions in bicycle racing. - *SPINE*, 1997, 22, 17, p. 1965 - 1969.
28. **VAILLANT J., POLIT V., OLLIER E., LEMPEREUR J. J., GOURLOT C.** – Tests de Shirado et de Sorensen : Performances de sujets sains. – Journées de Médecine Orthopédique et de Rééducation, 2000, p. 136 – 141.
29. **WEISS B.D.** – Nontraumatic injuries in amateur long distance bicyclists. – *Am J Sports Med*, 1985, 13, p. 187.
30. **WILMORE J. H., COSTILL D. L.** – Physiologie du sport et de l'exercice. – 3<sup>ème</sup> éd. – Bruxelles : De Boeck Université, 2006. – 573 p.

# **ANNEXES**



## FICHE DE RECUEIL DE DONNEES B

Numéro : \_\_\_\_\_  
Age : \_\_\_\_\_

Taille : \_\_\_\_\_  
Poids : \_\_\_\_\_

Avez-vous des antécédents de lombalgie ? OUI  NON   
Si oui, de quel type et en quelle année ?

---

---

Pratiquez vous un sport ? OUI  NON

Si oui le(s)quel(s) et à quel niveau ?

---

---

**ANNEXE II : Relevé des données obtenues par le groupe A**

n°	Age	Taille	Poids	Catégorie	Années de pratique	Sorensen	Shirado	Shir/So
1	22	190	80	1	8	151	98	0,649
2	21	175	62	1	9	175	138	0,789
3	25	177	62	4	10	225	248	1,102
4	21	180	65	2	10	190	67	0,353
5	32	173	71	3	17	198	104	0,525
6	32	184	69	1	18	124	75	0,605
7	21	175	66	3	11	194	107	0,552
8	21	179	70	1	13	147	119	0,810
9	17	172	58	3	1	194	92	0,474
10	41	189	79	4	10	187	57	0,305
11	32	172	69	1	16	186	79	0,425
12	26	187	79	3	14	185	63	0,341
13	30	180	70	3	6	211	96	0,455
14	36	170	68	3	15	126	62	0,492
15	27	179	66	3	15	242	86	0,355
16	23	174	63	1	10	225	64	0,284
17	31	180	75	5	15	135	92	0,681
18	20	172	54	1	15	165	75	0,455
19	19	176	69	1	13	269	64	0,238
20	17	178	65	2	9	206	116	0,563
21	19	187	74	1	4	210	64	0,305
22	18	182	69	2	6	205	49	0,239
23	21	179	63	1	5	198	67	0,338
24	16	179	67	2	6	356	165	0,463
25	20	185	70	2	4	235	61	0,260
26	17	182	70	2	11	140	65	0,464
27	22	184	70	3	16	147	97	0,660
28	19	171	59	2	15	113	148	1,310
29	17	182	66	2	9	176	90	0,511
30	21	172	59	1	9	212	118	0,557
<b>Moyennes</b>	<b>20,9</b>	<b>179</b>	<b>65,3</b>		<b>11</b>	<b>191</b>	<b>94</b>	<b>0,519</b>

**ANNEXE III : Relevé des données obtenues par le groupe B.**

<b>n°</b>	<b>Age</b>	<b>Taille (cm)</b>	<b>Poids (kg)</b>	<b>Sorensen (sec)</b>	<b>Shirado (sec)</b>	<b>Shir/So</b>
1	26	179	67	62	95	1,532
2	21	194	85	137	115	0,839
3	22	176	66	106	99	0,934
4	21	180	68	121	150	1,240
5	37	178	95	134	155	1,157
6	20	185	75	162	62	0,383
7	20	174	72	122	121	0,992
8	32	184	78	148	176	1,189
9	19	168	60	126	68	0,540
10	20	175	66	187	70	0,374
11	20	175	62	92	64	0,696
12	20	178	74	123	62	0,504
13	23	177	73	157	88	0,561
14	20	182	79	98	58	0,592
15	20	184	80	106	105	0,991
16	19	188	75	123	144	1,171
17	25	181	75	121	132	1,091
18	21	179	73	139	133	0,957
19	21	174	69	89	99	1,112
20	21	176	75	145	85	0,586
21	26	188	78	147	194	1,320
22	20	176	70	91	61	0,670
23	22	183	78	138	98	0,710
24	21	178	71	118	107	0,907
25	23	174	70	98	75	0,765
26	22	191	75	148	170	1,149
27	21	179	62	135	195	1,444
28	22	186	76	100	62	0,620
29	24	181	78	130	118	0,908
30	19	172	68	121	100	0,826
31	22	177	67	121	109	0,901
<b>Moyennes</b>	<b>21,1</b>	<b>180</b>	<b>70,3</b>	<b>124</b>	<b>109</b>	<b>0,892</b>

#### ANNEXE IV : Analyse statistique des données générales

Le test t de Student est pratiqué sur les moyennes des données générales des deux populations. On considère qu'une valeur « t » obtenue lors de la comparaison des moyennes correspondant à un seuil  $p < 0,05$  traduit une différence significative (la différence est très significative si  $p < 0,01$ ).

	Moyennes du groupe A	Moyennes du groupe B	Valeur de p	Conclusion
Taille (cm)	179	180	0,62	≠ non significative
Age	20,9	21,1	0,90	≠ non significative
Poids (kg)	65,3	70,3	0,0028	≠ très significative

Les deux populations sont donc comparables en âge et en taille. En revanche, on trouve une différence significative en ce qui concerne le poids, que l'on peut expliquer par la pratique d'un sport d'endurance pour lequel, cette donnée représente un élément essentiel de la performance.

## ANNEXES V : Analyse statistique des temps réalisés par les volontaires

Le test t de Student est pratiqué sur les moyennes obtenues par les deux populations. On considère qu'une valeur « t » obtenue lors de la comparaison des moyennes correspondant à un seuil  $p < 0,05$  traduit une différence significative (la différence est très significative si  $p < 0,01$ ).

	Moyennes du groupe A	Moyennes du groupe B	Valeur de p	Conclusion
<b>Sorensen (s)</b>	190,9	124	< 0,0001	≠ très significative
<b>Shirado (s)</b>	94,2	108,7	0,1673	≠ non significative
<b>Shirado/Sorensen</b>	0,519	0,892	< 0,0001	≠ très significative

Nous pouvons ainsi en déduire que les résultats obtenus par les cyclistes au test de Shirado sont comparables à ceux de la population témoin alors que les temps réalisés au Sorensen sont significativement supérieurs pour le groupe A. En conséquence, le rapport Shirado/Sorensen est également significativement différent avec une valeur proche de 1/2 pour la population cycliste alors que la population témoin montre une prédominance marquée des extenseurs du rachis lombaire sur les abdominaux.