



Collège Ostéopathique de Bordeaux

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

présenté en vue de l'obtention du Diplôme d'Ostéopathe (D.O.)

« Déséquilibre acido-basique chez le sportif d'endurance : évaluation de la récupération et de la performance après une prise en charge ostéopathique des émonctoires (hépatato-réno-pulmonaire) »

par

Pierre-Alexandre DESHAYES

Sous la direction de :

Pierre GALLURET, ostéopathe D.O.

Année de soutenance : 2018

Remerciements

Je remercie tout d'abord Pierre Galluret, ostéopathe D.O., de m'avoir suivi, conseillé et orienté lors de ce travail réflexif. Je vous remercie également pour tout ce que vous m'avez apporté durant ces cinq années d'études. Une mention spéciale à Olivier Dantras, Frédéric Bocher, Pierre-Henry David, Rodolphe Delvallez et Emmanuel Burguete pour leurs enseignements et leurs conseils avisés.

Mes remerciements vont également à Gilles Zech, coordinateur du pôle cyclisme Aquitaine, pour m'avoir permis d'intégrer mon étude dans le suivi de ses athlètes.

À tous mes patients, dont l'assiduité et la curiosité m'ont permis de travailler dans des conditions optimales.

Je remercie chaleureusement l'ensemble de l'équipe enseignante du Collège Ostéopathique de Bordeaux pour les connaissances et le savoir-faire apportés durant ces cinq années d'études.

Pour finir, je remercie mes amis, mon amie Léa, mes sœurs et mes parents pour leur soutien et encouragements tout au long de mon cursus.

Table des matières

INTRODUCTION	4
1. L'équilibre acido-basique	5
1.1. Sport et acidose	5
1.1.1. L'équilibre acido-basique et le sport	5
1.1.2. Les conséquences de l'acidose sur la trame conjonctive et le métabolisme, et la symptomatologie associée	7
1.2. Contrôle de l'équilibre acido-basique par les systèmes dits « tampons »	8
1.2.1. Les systèmes tampons chimiques et leurs rôles dans l'équilibre acido-basique	9
1.2.2. Les phénomènes de ventilation pulmonaire et leurs rôles dans l'équilibre acido-basique	11
1.2.3. La fonction rénale dans l'équilibre acido-basique	12
1.2.4. Le système hépatique comme « chef d'orchestre » de la balance acide-base.....	13
1.3. Ostéopathie et acidose	14
1.3.1. « La structure gouverne la fonction »	14
1.3.2. Les bases du traitement ostéopathique viscéral.....	15
1.3.3. Les tissus de soutien et la mobilité des régions proches des émonctoires.....	17
2. Outils, méthodes et prise en charge	19
2.1. La population étudiée	19
2.1.1. Le recrutement des patients.....	19
2.1.2. Les critères d'inclusions	19
2.1.3. Les critères de non-inclusion	19
2.1.4. Les critères d'exclusion	19
2.2. Les outils utilisés	20
2.2.1. Les structures d'accueil	20
2.2.2. La mesure de la récupération physique.....	20
2.2.3. La mesure de la performance physique	21
2.3. Le déroulement de l'étude	22
2.3.1. Le questionnaire d'inclusion et la randomisation	23
2.3.2. La première prise en charge, l'interrogatoire et les données de références.....	23
2.3.3. La mise en place du triptyque protocolaire dans la prise en charge des émonctoires (hépatique, rénal et pulmonaire).....	24
2.3.4. L'abord hépatique	24
2.3.5. L'abord de la loge rénale	24
2.3.6. L'abord de la sphère pulmonaire.....	25
3. Discussion autour des résultats	26
3.1. L'analyse des résultats	26
3.1.1. La présentation de l'échantillon de travail	27
3.1.2. La présentation des résultats	27
3.1.2.1. L'analyse de la récupération physique	27
3.1.2.2. L'analyse de la performance physique.....	31
3.2. La confrontation des résultats avec les hypothèses initiales	33
3.2.1. L'impact sur la récupération physique.....	33
3.2.2. L'impact sur la performance physique	34

3.2.3. L'apport du concept ostéopathique dans la prise en charge pluridisciplinaire du sportif de haut niveau.....	34
3.3. Les biais et les limites mis au jour par cette étude	35
3.3.1. Le nombre et le statut du patient	35
3.3.2. La disponibilité du patient sportif de haut niveau.....	35
3.3.3. Mon retour d'expérience en tant que praticien.....	35
3.4. Les ouvertures à évoquer sur ce même sujet d'étude.....	36
3.4.1. Mise en place du même protocole avec un autre axe de traitement.....	36
3.4.2. Mise en place du même protocole sur une population différente	36
3.4.3. Ouverture sur la place de l'ostéopathie dans le sport de haut niveau.....	36
CONCLUSION	37
BIBLIOGRAPHIE	38
TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	39
ANNEXES.....	40

INTRODUCTION

Le goût « piquant » de l'acidité et à l'inverse, celui « âcre » de l'alcalinité est inscrit dans la mémoire de chacun d'entre nous. Tout milieu, quel qu'il soit, se situe quelque part sur une échelle acidité / alcalinité, et les tissus de notre organisme n'échappent pas à cette règle. Cependant, notre corps, programmé pour vivre dans un parfait équilibre, ne tolère que de très petits écarts en amont ou en aval de cette échelle, et tout écart important peut provoquer des troubles.

Dans notre civilisation moderne, la tendance à l'acidification est générale. La piètre qualité des aliments, les mauvaises habitudes alimentaires, le stress et les excès de toutes sortes favorisent cette acidification de l'organisme. L'activité physique renforcée, dans le cas du sportif de haut niveau, va potentialiser ce déséquilibre et porter atteinte au diptyque gagnant du sportif : récupération et performance.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer la possibilité d'optimisation de la récupération et de la performance après un bilan et un traitement ostéopathique des émonctoires (sphères hépatique, rénale et pulmonaire). Est dit émonctoire, un organe ou une partie d'organe qui permet à l'organisme d'éliminer les déchets de l'organisme. Notre sujet d'étude porte sur le déséquilibre acido-basique chez le sportif d'endurance ; une évaluation de la récupération et de la performance après un traitement ostéopathique ciblé des émonctoires sera effectuée.

Dans ce contexte, il convient d'expliquer comment l'organisme régule l'équilibre acido-basique.

Par ordre d'importance, les systèmes tampons (bicarbonates) anticipent les principaux écarts de pH. Ensuite, viennent les poumons qui permettent d'éliminer les acides volatiles par les phénomènes de ventilation. La dernière ligne de défense est représentée par les reins, agissant plus lentement, qui permettent d'éliminer les acides fixes et de régénérer le bicarbonate plasmatique. Le pH plasmatique varie ainsi très peu.

La balance acide-base est la résultante des entrées (alimentation et métabolisme) et des sorties (via les poumons et les reins). Notre objectif ostéopathique, dans ce contexte, s'attachera à restaurer la mobilité des régions proches des émonctoires : psoas et région lombo-pelvienne pour le bloc rein/foie et thorax/diaphragme pour la ventilation pulmonaire.

Pour répondre à la problématique, les traitements ostéopathiques se dérouleront sur trois mois avec une prise en charge mensuelle sur des coureurs cyclistes hommes et femmes résidents du Pôle Espoir d'Aquitaine et évoluant dans différentes disciplines du cyclisme d'endurance aux niveaux national et international. Une analyse régulière des constantes physiques du patient sera effectuée en collaboration avec le staff encadrant du Pôle Espoir d'Aquitaine. Pour ce qui est de la récupération, l'analyse s'effectuera avec le test de Ruffier. Pour ce qui est de la performance, l'analyse s'effectuera selon les variables du niveau d'aptitude et du niveau de fatigue de Bannister.

1. L'équilibre acido-basique

1.1. Sport et acidose

1.1.1. L'équilibre acido-basique et le sport

Tout d'abord, il convient de définir l'effort d'endurance, qui nous intéresse tout particulièrement dans cette étude. Cet effort nécessite principalement des réserves suffisantes en substrats glucidiques ou hydrates de carbone (CHO). L'acidose surviendra en cas de recours à d'autres substrats, notamment protéiques.

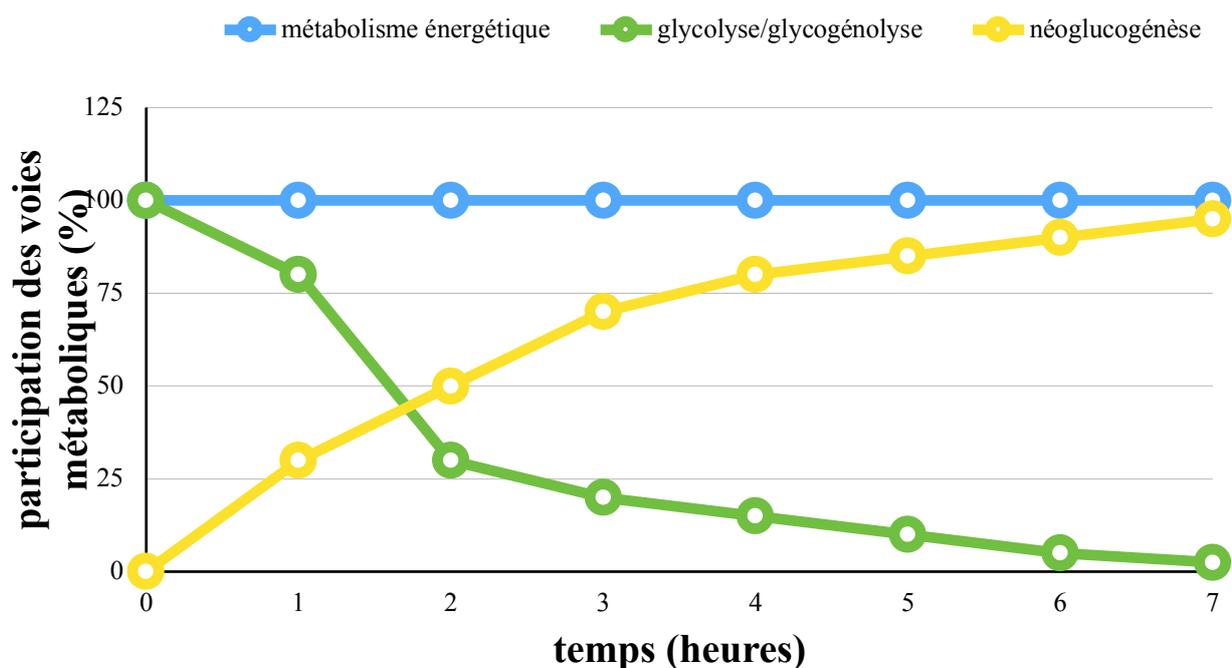


Figure 1 : Participation des voies métaboliques (en %) en fonction du temps (en heures)

L'organisme dispose de deux réserves en glucose :

- Le glycogène musculaire (300 à 600 g) : ce stock est épuisé après environ 90 minutes d'exercice à 75% de la VO₂ max. Cela limite considérablement la capacité du travail musculaire.
- Le glycogène hépatique (50 à 200 g) : il existe deux voies métaboliques en charge de la production hépatique du glucose. La glycogénolyse reste la seule voie métabolique capable de contribuer à la production de glucose sanguin en dehors des apports alimentaires ; cependant, ce stock est épuisé après environ 2 heures d'exercice à 75% de la VO₂ max. La néoglucogénèse utilise des précurseurs comme le lactate, l'alanine et le glycérol.

Il est donc nécessaire d'avoir un apport glucidique pendant l'effort, si celui-ci est supérieur à 90 minutes. Une alimentation insuffisante en glucides au quotidien peut diminuer les capacités d'effort en endurance, même pour des efforts inférieurs à 90 minutes.

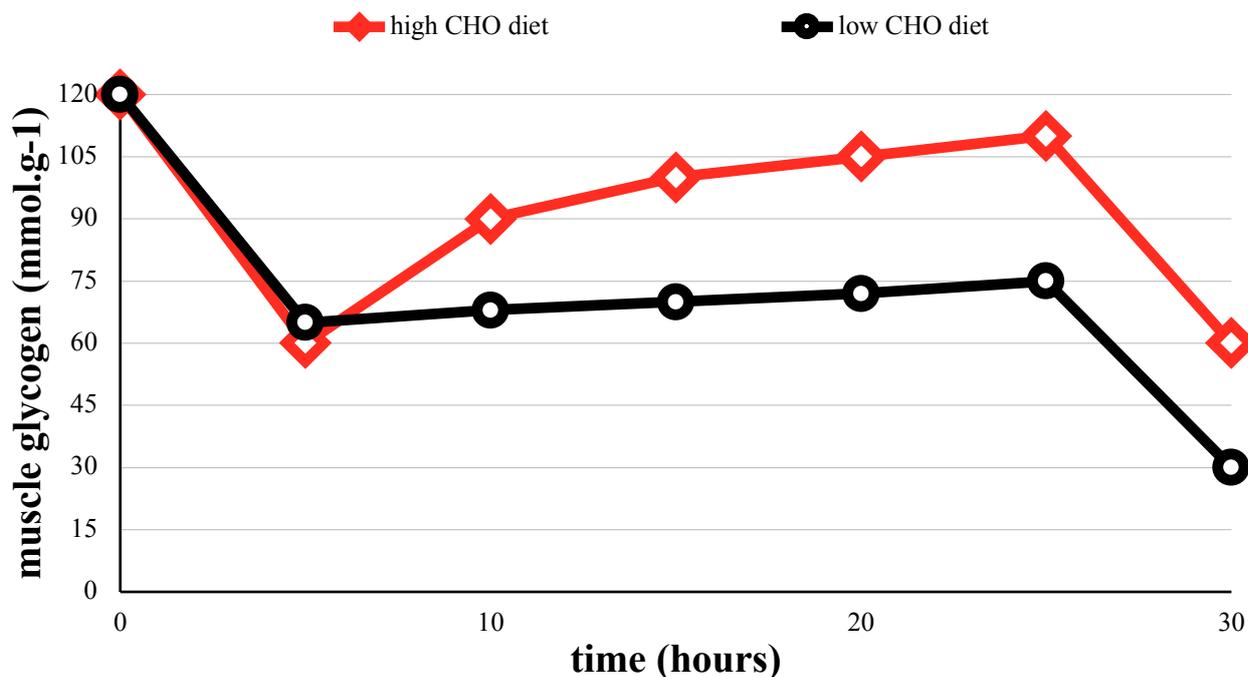


Figure 2 : Conséquence de la nutrition hyperglucidique vs hypoglucidique sur les concentrations de glycogène musculaire (en mmol.g⁻¹) en fonction du temps (en heures), d'après Costill & Miller (1980)

Si les hydrates de carbone sont peu disponibles, il y a mise en place d'une acidose dans l'organisme ; ce qui a pour conséquences majeures, la diminution de la performance et un risque de blessures accru. La glycémie est alors en chute libre, le métabolisme des lipides augmente et un phénomène de néoglucogenèse apparaît.

Pendant les exercices de longue durée en endurance, il y a une baisse de la protéosynthèse musculaire et une augmentation des dégradations. Ce phénomène s'inverse pendant la phase de récupération.

Il convient donc d'avoir un apport suffisant en protéine chez le sportif d'endurance à forte charge de travail ; il doit absorber environ 1,5 g/kg/j, contre 0,8 g/kg/j pour un sujet sédentaire.

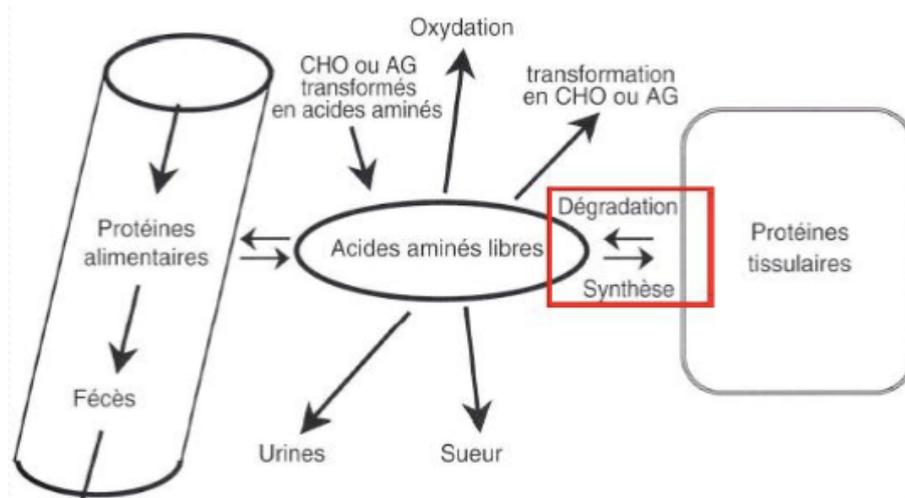


Figure 3 : Balance protéique chez le sportif d'endurance, d'après Costill & Miller (1980)

1.1.2. Les conséquences de l'acidose sur la trame conjonctive et le métabolisme, et la symptomatologie associée

La mise en place d'une acidose sur l'organisme a deux cibles principales qui ont des conséquences importantes chez le sportif d'endurance.

Au niveau des structures conjonctives, nous retrouvons une diminution des capacités élastiques du tissu et une diminution des propriétés rhéologiques. Au sein du tissu conjonctif, nous observons une dépolymérisation des protéoglycanes et une inflammation de ce tissu apparaît. L'ensemble de ces caractéristiques entraîne alors une modification de la souplesse tissulaire fasciale.

Au niveau métabolique, nous observons une déminéralisation avec consommation des minéraux alcalins, une augmentation des radicaux libres avec une baisse du potentiel redox, un blocage du cycle de Krebs, une modification de la kaliémie provoquant des troubles de l'excitabilité (notamment cardiaque), une grande fatigabilité, ainsi qu'une difficulté de récupération à l'effort.

La symptomatologie de l'acidose est la suivante :

- Tendinites, aponévrosites
- Douleurs articulaires
- Douleurs musculaires au lever ou au début de l'effort
- Diminution de la performance à l'effort
- Difficulté de récupération, perturbation du sommeil et fatigue persistante (ammoniémie cérébrale)

Pour conclure, l'effort d'endurance intense et la dégradation du glucose entraînent la libération massive d'ions hydrogènes et de différents acides (acide phosphoglycérique, acide pyruvique, acide lactique, acide citrique...).

L'organisme a donc recours à quatre systèmes dits « tampons » pour rétablir l'équilibre acido-basique :

- Tampons chimiques (bicarbonate et hémoglobine)
- Tampon respiratoire (diminution de la concentration plasmatique en CO₂)
- Tampon rénal (excrétion d'ammoniaque et d'ions H⁺ et réabsorption de substances alcalines)
- Tampon accessoire hépatique

1.2. Contrôle de l'équilibre acido-basique par les systèmes dits « tampons »

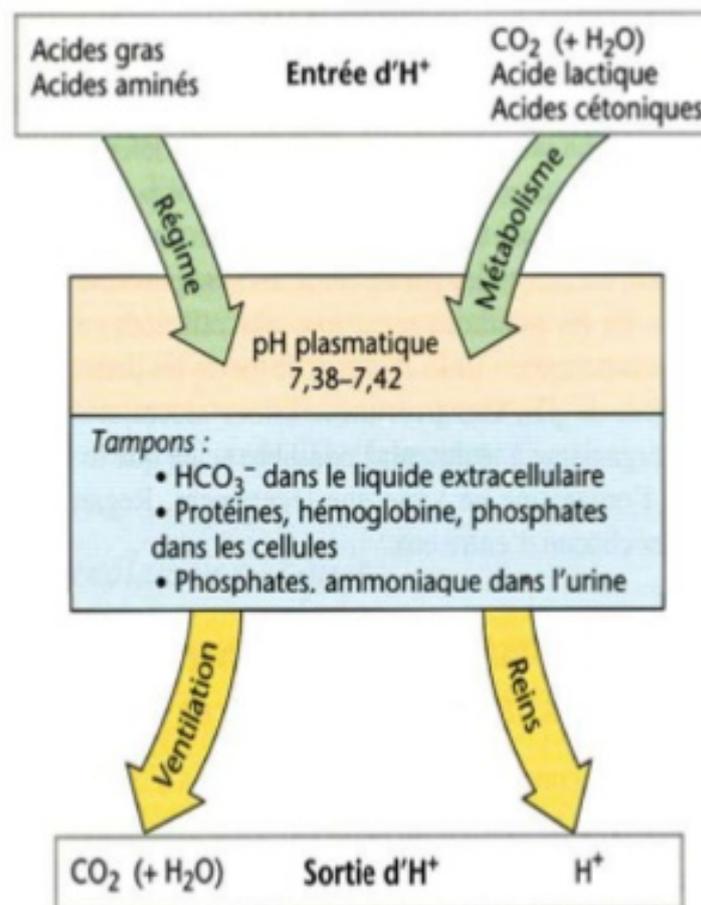


Figure 4 : Les systèmes dits « tampons »

1.2.1. Les systèmes tampons chimiques et leurs rôles dans l'équilibre acido-basique

Les systèmes tampons sont des solutions contenant des substances qui ont la capacité de stabiliser les changements de pH en absorbant, soient les acides forts, soient les bases fortes.

$$\begin{aligned} \text{Tampon} = \\ \text{Acide faible} + \text{base forte} \\ \text{ou} \\ \text{Acide fort} + \text{base faible} \end{aligned}$$

Les poumons et les reins travaillent en symbiose au maintien du pH sanguin entre 7,38 et 7,42 en affectant les composants des tampons du sang. Les tampons acido-basiques permettent une résistance au changement de pH d'une solution quand des ions hydrogènes ou des ions hydroxydes sont ajoutés ou enlevés.

Les systèmes tampons peuvent être activés en quelques secondes en cas de perturbation dans l'équilibre du pH sanguin ; ils représentent la première ligne de défense de l'organisme et régulent les grandes variations. Les systèmes tampons sont des systèmes chimiques aptes à recevoir ou céder des protons en fonction d'une constante d'équilibre, et en fonction des changements de concentration des autres espèces de la réaction (HCO_3^- , H_2CO_3 et CO_2).

Les tampons de l'organisme sont en mesure de prendre ou de libérer les ions H^+ . Les tampons sont situés dans le liquide extracellulaire, le fluide intracellulaire et l'os.

- Le système tampon extracellulaire : ce système est représenté principalement par les ions bicarbonates (HCO_3^-). Les ions bicarbonates se combinent avec les ions H^+ en excès pour former l'acide carbonique (CO_2). Le système tampon $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$ est considéré comme très efficace en raison de la grande quantité de bicarbonate présente dans l'organisme et de la capacité à excréter le CO_2 par la ventilation pulmonaire. Ce système tampon extracellulaire est responsable de 80 % du pouvoir tampon extracellulaire. C'est le principal acteur pour équilibrer les acides métaboliques mais il n'intervient pas dans les déséquilibres acido-basiques d'origine respiratoire. Ce système tampon est ouvert, ne sature pas, et est contrôlé par les poumons et les reins. On trouve également, mais en très faible activité, des systèmes tampons extracellulaires représentés par les protéines plasmatiques et les phosphates inorganiques.

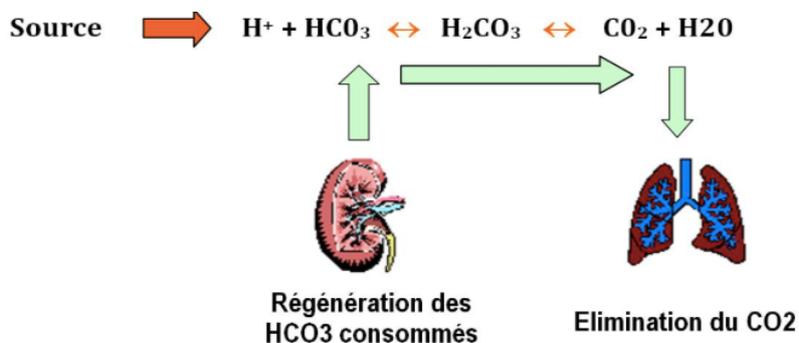


Figure 5 : Le système tampon extracellulaire, d'après Chibah (2012)

- Le système tampon intracellulaire : ce système est représenté par les protéines, les phosphates organiques et inorganiques et surtout l'hémoglobine. Les cellules transportent également activement les H^+ et les HCO_3^- à travers la membrane plasmique. Si l'on considère que tamponner par les bicarbonates plasmatiques se fait pratiquement instantanément, un délai de deux à quatre heures est cependant nécessaire pour tamponner à partir de cellules, du fait du ralentissement par la pénétration cellulaire. L'hémoglobine est un tampon très important pour les globules rouges, particulièrement dans le rôle du tampon par rapport à l'acide carbonique. Ce système tampon érythrocytaire est trois fois plus actif que celui des protéines. L'hémoglobine existe sous forme réduite (Hb), oxydée (HbO_2) et liée au CO_2 ($HbCO_2$). Au niveau cellulaire, $HbCO_2$ libère son O_2 et fixe un H^+ sans changement de pH cellulaire, tandis qu'au niveau du poumon, son oxygénation diminue sa capacité tampon : la formation de HbO_2 libère H^+ qui se combine au HCO_3^- et donne H_2O et CO_2 qui sera éliminé par le poumon. L'hémoglobine tamponne les variations dues au CO_2 en le transportant jusqu'aux poumons (effet Haldane).

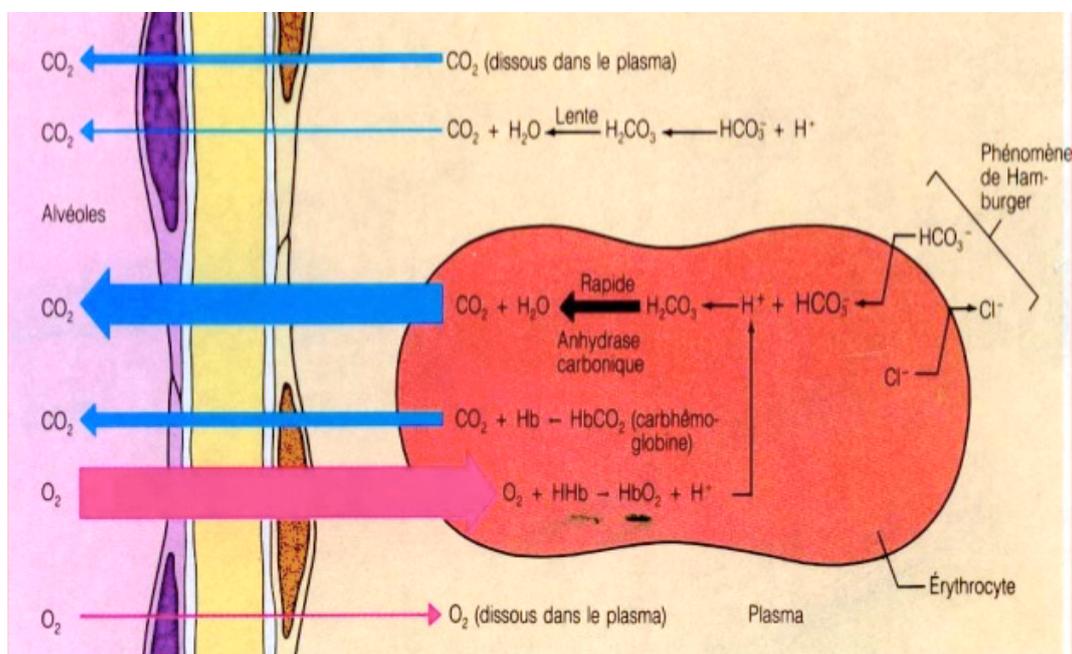


Figure 6 : Le système tampon intracellulaire érythrocytaire, d'après Chibah (2012)

1.2.2. Les phénomènes de ventilation pulmonaire et leurs rôles dans l'équilibre acido-basique

Le deuxième système de régulation qui se met en route pour compenser un défaut de la balance acide-base est le système respiratoire, qui agit par l'intermédiaire de la ventilation alvéolaire. Les poumons interviennent après les systèmes tampons, et compensent les déséquilibres en éliminant plus ou moins de CO₂, de façon à éviter la formation d'H⁺ et à maintenir la pression constante. Cette régulation rapide entre en jeu au bout de quelques minutes s'il y a de brusques variations de pH, et reste optimale entre 12 et 24 heures. Cette régulation permet d'assurer près de 75 % de la prise en charge des déséquilibres acido-basique.

Le centre respiratoire ajuste de façon reflexe la ventilation pulmonaire face aux variations du pH sanguin. Une diminution du pH sanguin entraîne une augmentation de la ventilation pulmonaire avec augmentation du rythme et de l'amplitude des mouvements respiratoires, de manière à éliminer le CO₂ en excès.

Le système de régulation acido-basique pulmonaire est un système d'asservissement simple :

Tableau 1 : Le système de régulation acido-basique pulmonaire

Élément de régulation	Relais anatomique ou physiologique	Description
Variable contrôlée	PaCO ₂	Une variation de la PaCO ₂ altère le pH artériel.
Capteurs	<ul style="list-style-type: none"> - Chémorécepteurs centraux : sensibles aux variations de la PaCO₂ - Chémorécepteurs périphériques : sensibles aux variations de pH 	Lorsque la PaCO ₂ augmente, il y a une hausse du débit sanguin au niveau du bulbe rachidien par vasodilatation cérébrale ; cette hausse entraîne une diffusion dans le LCR (acidose du LCR) et entraînant une augmentation de la ventilation pour compenser l'hypercapnie.
Centre intégrateur	Centre respiratoire médullaire	Même pour une faible variation de PaCO ₂ , la ventilation s'adaptera très vite ; le LCR ayant une faible capacité tampon.
Effecteurs	Muscles respiratoires	Une augmentation de la ventilation alvéolaire permet une diminution de la PaCO ₂ .

La pression artérielle en CO₂ (PaCO₂) est le stimulus le plus puissant des centres respiratoires. Si la PaCO₂ augmente, le centre respiratoire est stimulé. La stimulation du centre respiratoire est due, pour moitié, à un effet direct du CO₂ et pour moitié, à un effet indirect des H⁺. L'objectif de la régulation de la ventilation par le pH est de maintenir le pH cérébral. Si le pH du liquide céphalo-rachidien diminue, le centre respiratoire est stimulé. La diminution de la PaCO₂ stimule les chémorécepteurs qui stimulent le centre respiratoire et implique une réponse rapide (5 secondes). La ventilation s'adapte très vite, même lorsque

la variation de CO_2 est infime. Dans l'air que nous inspirons, la concentration de dioxyde de carbone est plus faible que celle présente dans le sang qui arrive aux alvéoles par la circulation sanguine puisque le sang recueille ce déchet provenant de la respiration cellulaire.

L'élimination du CO_2 en excès par cette voie respiratoire est donc très intéressante car elle ne représente qu'une variation à peine significative de l'échange gazeux normal (soit 0,3 % du CO_2 rejeté normalement).

Si le pH diminue, le rythme et l'amplitude respiratoire augmentent. Si la respiration est un des éléments intervenant dans la régulation de la balance acido-basique, elle peut également en être un élément perturbateur dans les cas d'hyperventilation ou d'hypoventilation.

1.2.3. La fonction rénale dans l'équilibre acido-basique

Si les tampons chimiques se lient temporairement aux acides et aux bases en excès, ils n'ont pas la capacité d'éliminer ces composants. Les reins peuvent éliminer les acides phosphorique, sulfurique, chlorhydrique... L'acide carbonique, quant à lui, est spécifiquement rejeté par les poumons. Les reins constituent un système de régulation plus lent mais plus durable dans le temps que le poumon. Les reins peuvent également réguler les concentrations en substances basiques, tels que les bicarbonates. Les reins vont être chargés de réguler la réabsorption et la régénération des bicarbonates avec excrétion des protons, dans le cas d'une tendance vers l'acidose, ou bien d'éliminer l'excès de bicarbonates et de produire des protons dans le cas d'une tendance vers l'alcalose.

Le rein est un organe filtre qui présente trois rôles principaux dans le maintien de la balance acide-base :

- La réabsorption des bicarbonates (HCO_3^-) se fait majoritairement (à 90 %) au niveau du tube proximal. Pour chaque H^+ excrété, un HCO_3^- revient dans le sang. En même temps ce H^+ excrété est remplacé par un Na^+ , donnant la régénération d'un bicarbonate de sodium ($\text{Na}^+ \text{HCO}_3^-$). Le bicarbonate de sodium ($\text{Na}^+ \text{HCO}_3^-$) filtre librement quand sa concentration plasmatique est de 25 mmol.L^{-1} pour une paCO_2 de 40 mmHg. Dans le liquide tubulaire, les ions Na^+ sont remplacés par les ions H^+ , qui quittent la cellule vers le mécanisme tubulaire. Pour chaque HCO_3^- filtré, un HCO_3^- produit dans les cellules tubulaires va entrer dans le sang. La réabsorption on de ce HCO_3^- va dépendre de celle du Na^+ et de l'action de l'anhydrase carbonique qui transforme le HCO_3^- inabsorbable en CO_2 et H_2O .
- L'excrétion des H^+ par le tube distal : les H^+ sont secrétés par l'ATPase lors de la réabsorption des HCO_3^- . Leur excrétion se fait sous forme d'acidité titrable par le premier tampon urinaire : le phosphate disodique (Na_2HPO_4) fixe les H^+ secrétés en échange de Na^+ qui est réabsorbé pour donner NaH_2PO_4 qui est excrété ; et par ammoniogenèse rénale et excrétion de l'ammoniaque par le

deuxième tampon urinaire : système ammoniacque/ammonium ($\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$). L'essentiel de l'azote métabolique est excrété sous forme d'urée. Le NH_3 est synthétisé dans les cellules tubulaires par désamination de la glucosamine (ammoniogenèse). La sécrétion d'un H^+ est couplée à la régénération d'un HCO_3^- qui redonne du NaHCO_3 dans le plasma.

- L'excrétion d'un H^+ accepté par les tampons urinaires : cela régénère un HCO_3^- qui passe dans le sang, pendant ce temps un H^+ est échangé par un Na^+ , si bien que le rein a régénéré un $\text{Na}^+ \text{HCO}_3^-$.

Pour conclure, les reins contrôlent les excès de métabolites acides, les concentrations des substances alcalines et le renouvellement des substances tampons.

1.2.4. Le système hépatique comme « chef d'orchestre » de la balance acide-base

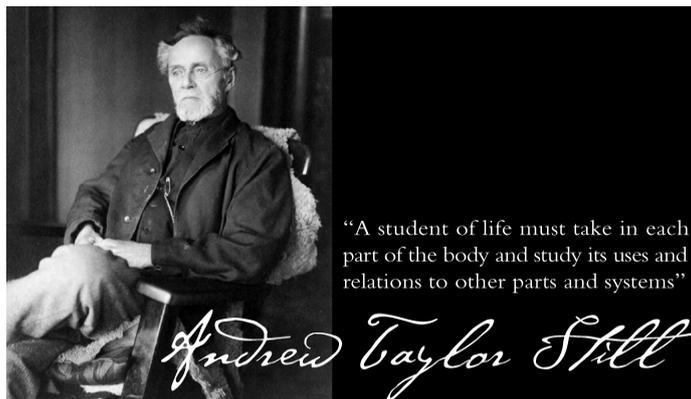
Le foie intervient dans la régulation du métabolisme des acides aminés : l'ammoniacque est le produit final de dégradation des protéines. Les protéines sont d'abord dégradées en acides aminés puis en NH_3 (ammoniac) qui dans les milieux aqueux se trouve sous forme de NH_4OH (ammoniaque). Dans l'eau il y a dissociation pour donner NH_4^+ et OH^- . L'ion ammonium (NH_4^+) est potentiellement toxique pour le système nerveux central. Cet ion ammonium doit être éliminé.

Il existe deux systèmes principaux pour cette élimination :

- Le cycle de la glutamine : addition du NH_4^+ au glutamate par intermédiaire d'une enzyme, la glutamine synthétase qui permet d'éliminer NH_4^+ en épargnant HCO_3^- ; c'est une voie alcalinisante.
- Le cycle de l'urée : ce cycle fonctionne quand les concentrations en NH_4^+ sont déjà importantes avec risque de toxicité. Ce cycle propre aux hépatocytes permet d'éliminer NH_4^+ mais en entraînant HCO_3^- ; c'est une voie acidifiante.

1.3. Ostéopathie et acidose

1.3.1. « La structure gouverne la fonction »



Les grands principes de l'ostéopathie reposent sur le concept élaboré et énoncé par son fondateur, le Dr Andrew Taylor STILL.

« La structure gouverne la fonction »

Ce principe s'établit dans le cadre d'une interdépendance structure/fonction ; s'appuyant sur la notion fondamentale de globalité. « Une entité organique fonctionne correctement si sa situation dans un espace tridimensionnel et ses paramètres de mobilité sont normaux ». La modification d'une structure peut perturber la fonction qu'elle héberge et inversement, une dysfonction est susceptible de modifier la structure.

« L'unité du corps humain »

Le corps humain est un « patchwork ». Il concentre os, articulations, muscles, fascias, systèmes vasculo-nerveux. Par interrelation, l'atteinte de l'un de ces éléments entraîne des perturbations sur l'ensemble des autres parties.

« La loi de l'artère est suprême »

La libre circulation du sang assure l'intégrité des systèmes de l'organisme et garantit ainsi l'homéostasie.

« La capacité d'autoguérison »

Le corps a la compétence d'élaborer et de fabriquer ses propres substances pour lutter contre les atteintes organiques, les troubles toxémiques et les atteintes fonctionnelles. Les principes d'adaptation et d'immunité corporelle dépendent de l'intégrité des mécaniques du corps.

Pour ce qui concerne notre sujet d'étude, il convient de s'attacher à l'ensemble de ces principes.

Considérant la physiologie des émonctoires et en gardant à l'esprit le concept ostéopathique, il est possible d'établir ce précepte : on s'attachera à rétablir une mobilité, en quantité et en qualité, cohérente des tissus de soutien et des régions proches des systèmes dits « tampons ». La normalisation de ces tissus de soutien

aura une influence sur le paquet artério-veino-lymphatique, vascularisation fonctionnelle et nourricière des émonctoires anatomiquement incluse dans ces derniers. De plus, notre libération tissulaire aura un impact sur l'effet turgor thoraco-abdominal (la capacité d'un organe à occuper le maximum d'espace cavitaire disponible par la mise en place de tensions extrinsèque et intrinsèque et ce par le système nerveux autonome) et le différentiel de pression entre les cavités, éléments indispensables au respect de la physiologie émonctorielle. La main de l'ostéopathe est un « tuteur » autour duquel les articulations viscéro-somatiques et somato-viscérales se normalisent, la fonction physiologique organique étant son aspiration.

1.3.2. Les bases du traitement ostéopathique viscéral

La mobilité dépend d'une action musculaire involontaire et est liée à la respiration via le diaphragme.

- La mobilité pulmonaire : à l'inspiration, via l'augmentation du volume thoracique, la mobilité pulmonaire permet une expansion et rotation externe selon un axe passant par les bronches lobaires.
- La mobilité rénale : à l'inspiration, le complexe rein-surrénale effectue une descente en bas et en dehors selon le grand axe du psoas ; ce mouvement s'accompagne d'une bascule du pôle supérieur vers l'avant.
- La mobilité hépatique : à l'inspiration, le foie effectue un mouvement tridimensionnel avec une rotation antihoraire dans le plan frontal selon l'axe du ligament triangulaire gauche, une bascule antérieure du foie dans le plan sagittal selon l'axe du ligament coronaire et une rotation médiale dans le plan transversal selon l'axe de la veine cave inférieure.

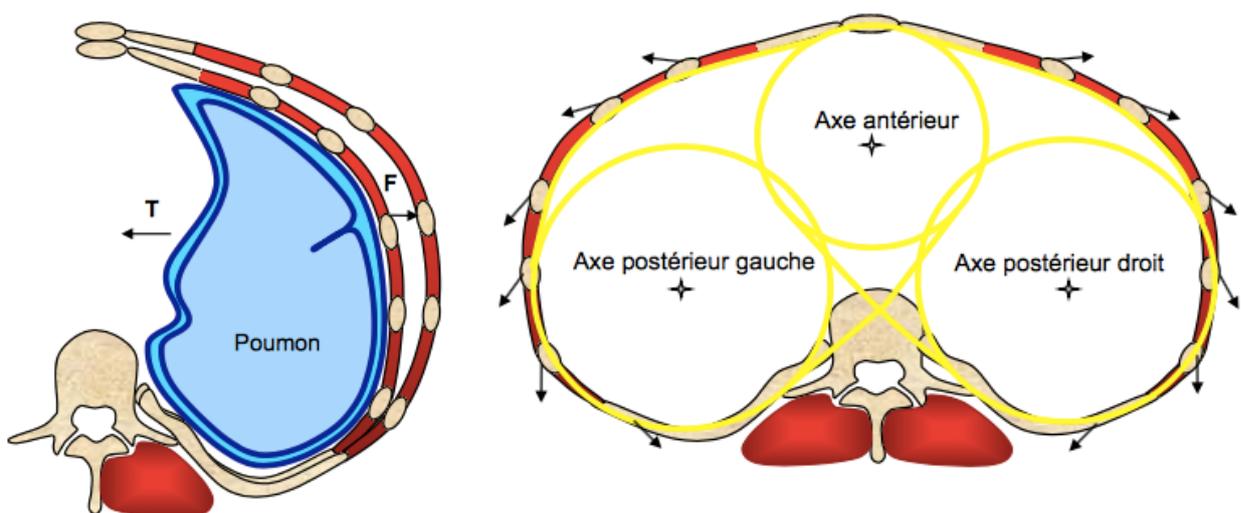


Figure 7 : La mobilité intrathoracique pulmonaire à l'inspiration, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb

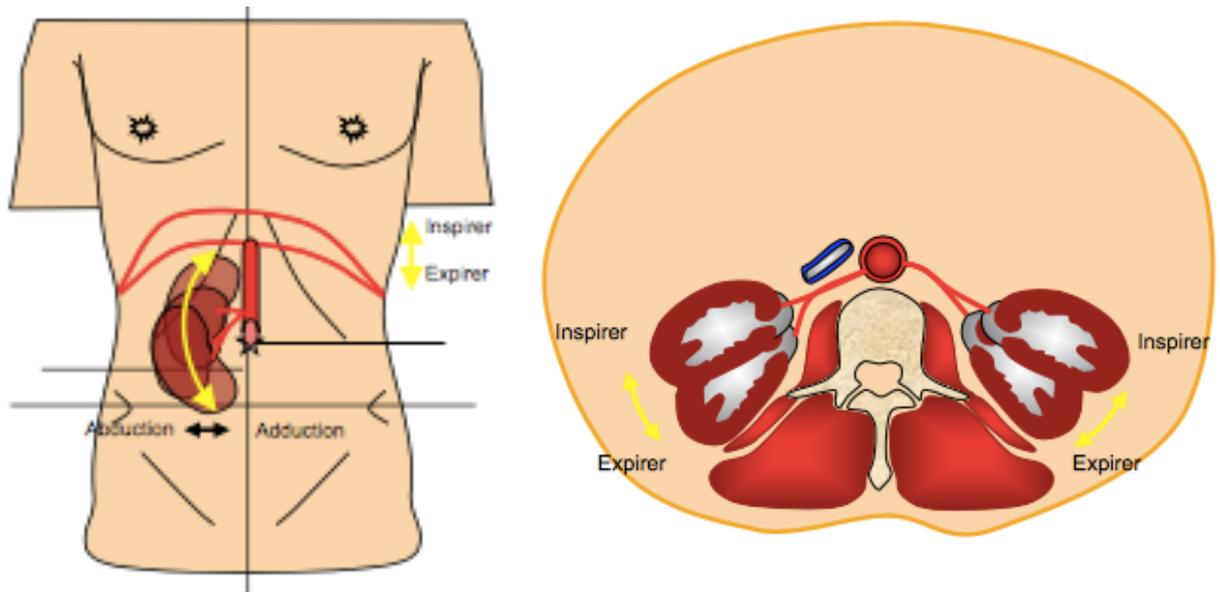


Figure 8 : La mobilité intra-abdominale rénale à l'inspiration, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb

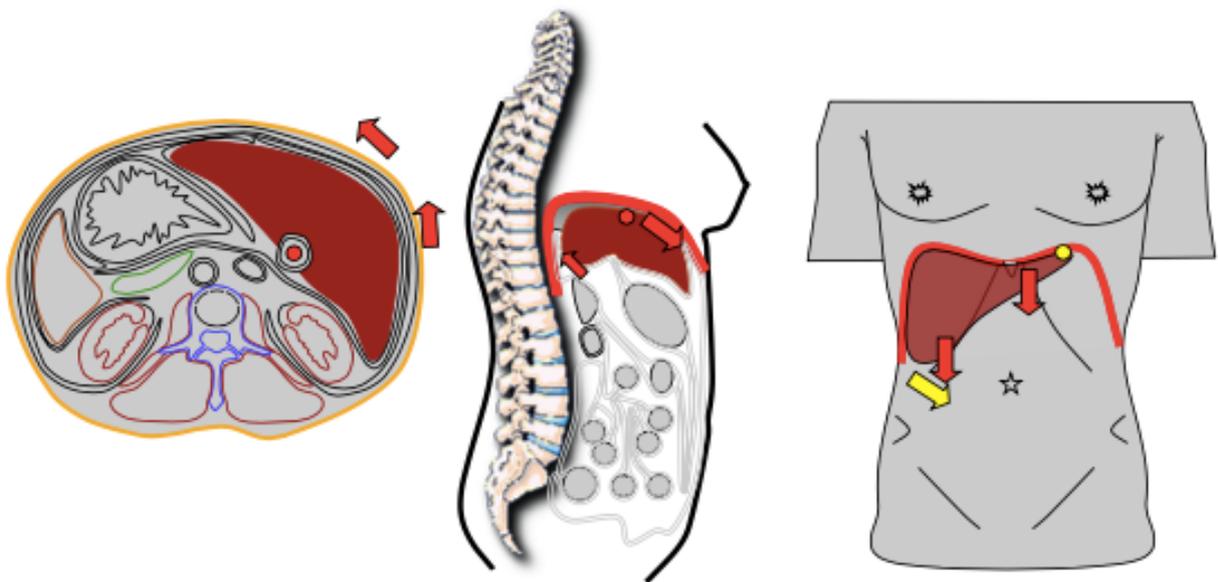


Figure 9 : La mobilité intra-abdominale hépatique à l'inspiration, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb

1.3.3. Les tissus de soutien et la mobilité des régions proches des émonctoires

La mobilité des émonctoires est possible grâce à trois phénomènes :

- L'effet turgor qui maintient chaque organe dans sa structure optimale : c'est la capacité de ce dit organe à occuper le maximum d'espace disponible. Celui-ci est mis en place par le système nerveux autonome, qui installe une tension au niveau de l'organe (turgescence vasculaire). L'effet turgor est également dû à l'élasticité propre à chaque viscère.
- Le différentiel de pression entre les trois cavités (pression thoracique < pression abdominale < pression pelvienne) qui permet un soutien des organes en évitant la pose en position anatomique de référence.
- Les différents tissus de soutien.

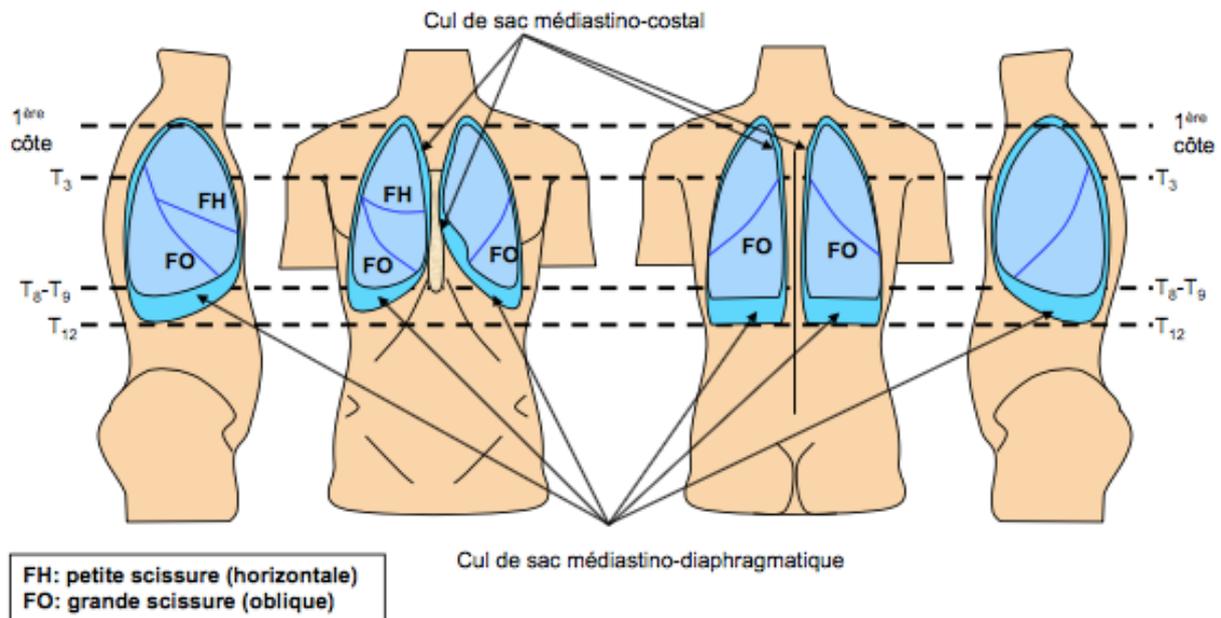


Figure 10 : Topographie des poumons et des scissures pulmonaires, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb

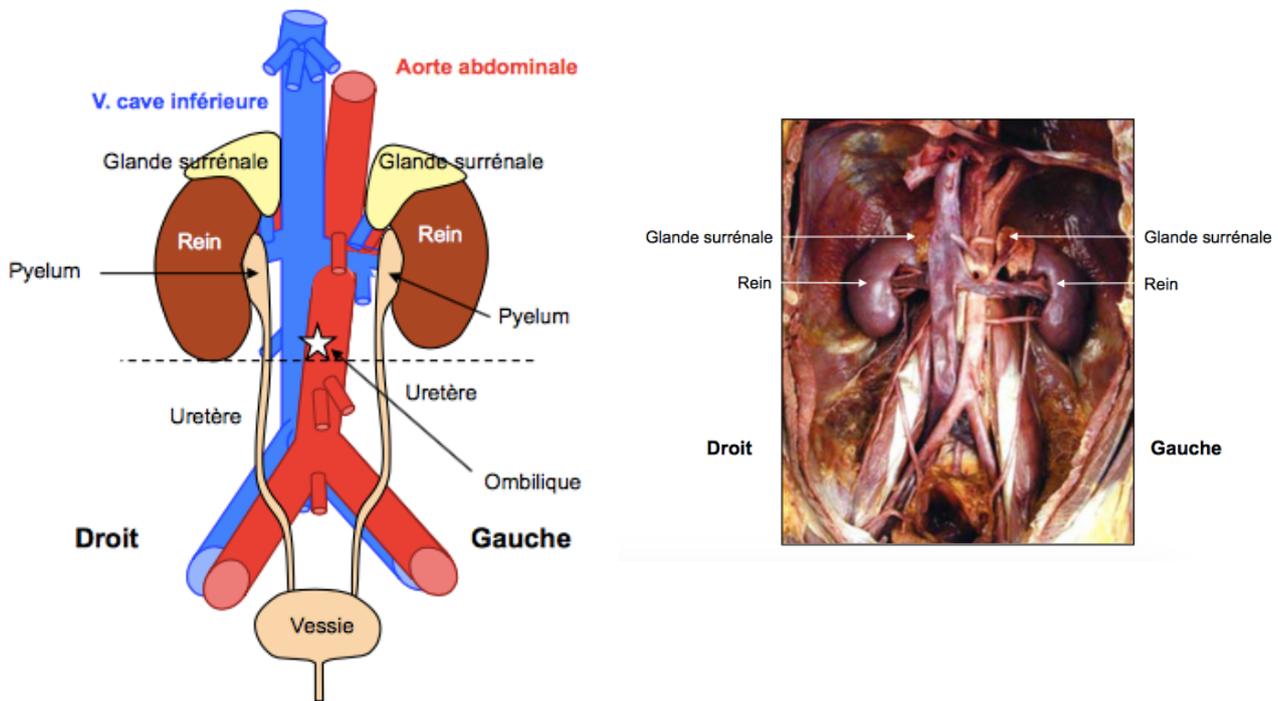


Figure 11 : Topographie des reins dans le plan frontal, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb et dissection de la zone

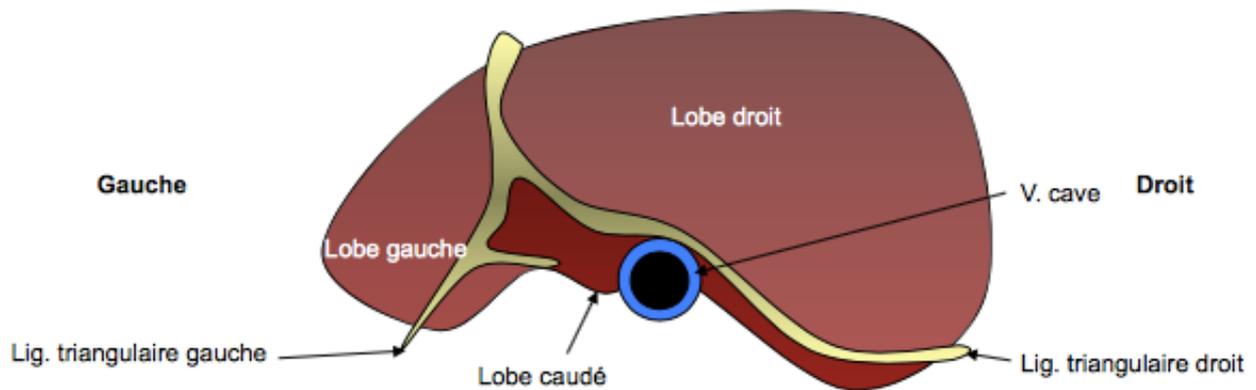


Figure 12 : Topographie de la face diaphragmatique hépatique, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb

2. Outils, méthodes et prise en charge

2.1. La population étudiée

2.1.1. Le recrutement des patients

Les patients de cette étude sont des cyclistes néo-professionnels licenciés dans différents clubs de la région Nouvelle-Aquitaine et tous pensionnaires du Pôle Espoirs Cyclisme d'Aquitaine. Cette structure leur offre un suivi technique, sportif et médical de pointe au sein du Centre de ressources, d'expertise et de performance sportive (C.R.E.P.S.) de Talence (33).

Ces cyclistes passionnés s'entraînent en moyenne 10 heures par semaine et pratiquent également du renforcement musculaire encadré par un préparateur physique. Ils sont de niveaux différents mais homogènes, allant du niveau national au niveau international.

2.1.2. Les critères d'inclusions

Les sujets qui répondent à l'ensemble des critères suivants, ont été retenus pour l'étude :

- ✓ Homme ou femme
- ✓ Pratique d'une des disciplines du cyclisme d'endurance en compétition (cyclisme sur route, cyclo-cross, VTT cross-country et piste d'endurance)

2.1.3. Les critères de non-inclusion

- ✓ Non-pratiquant d'une des disciplines du cyclisme d'endurance en compétition

2.1.4. Les critères d'exclusion

- ✓ Présence de pathologie(s) cardio-vasculaire(s)
- ✓ Présence de pathologie(s) pulmonaire(s)
- ✓ Présence de pathologie(s) hépatique(s)
- ✓ Présence de pathologie(s) rénale(s)
- ✓ Sujet présentant une ou plusieurs pathologies systémiques connues
- ✓ Sujet ayant des antécédents de chirurgie(s) abdomino-thoracique(s)
- ✓ Questionnaire type de la société française de médecine du sport (S.F.M.S.) positif indiquant un risque de surentraînement

2.2. Les outils utilisés

2.2.1. Les structures d'accueil

L'étude a eu lieu dans deux structures d'accueil. Ceci a été décidé conjointement avec l'équipe encadrante du C.R.E.P.S. pour des raisons organisationnelles autour des emplois du temps des athlètes.

Le Pôle Espoirs Cyclisme d'Aquitaine et son directeur technique régional ont mis à ma disposition une salle de consultation et le matériel médical nécessaire à ces consultations (table, balance...).

Le Collège Ostéopathique de Bordeaux a également mis à ma disposition une salle de consultation et le matériel médical nécessaire (table, balance...) au sein de l'Unité Clinique Ostéopathique (UCO).

Les locaux du Pôle et de l'UCO sont chauffés à la même température lors des tests pour reproduire les mêmes conditions d'effort.

2.2.2. La mesure de la récupération physique

J'ai choisi d'utiliser le test de Ruffier pour effectuer la mesure de la récupération physique ; celui-ci paraissant le plus fidèle pour un suivi sur une courte durée (3 mois) de la récupération. Ce test permet ainsi d'extraire un indice cardiaque mis en évidence par le médecin français James-Edward Ruffier (1875-1965).

Le test de Ruffier se déroule en trois étapes :

- Après un repos (en décubitus dorsal) de quelques minutes, une prise de fréquence cardiaque donne la valeur FC0 (en pulsations par minute).
- Le sujet doit ensuite se lever et effectuer 30 flexions complètes de jambes en 45 secondes, bras tendus devant lui. À la suite des 45 secondes d'effort, la fréquence cardiaque FC1 est prise immédiatement.
- Puis le sujet s'allonge à nouveau, et exactement une minute après la fin des flexions nous relevons une dernière fois sa fréquence cardiaque FC2.

Lors de la réalisation du test de Ruffier, j'ai utilisé un dispositif de captation de la fréquence cardiaque instantanée (cardiofréquencemètre). Cet outil est composé d'un appareil émetteur, composé d'une ceinture placée autour du thorax du patient et comprenant des électrodes destinées à capter les battements du cœur et à transmettre les informations vers un appareil récepteur pour la lecture.

Chaque patient a utilisé son propre cardiofréquencemètre, afin de reproduire les conditions proches de ses efforts physiques quotidiens. Le modèle retenu par les coureurs est le "*Garmin Edge 820 Explore*".

2.2.3. La mesure de la performance physique



Le suivi longitudinal de la performance a été effectué à l'aide du logiciel de suivi de la performance des athlètes de haut niveau de la Fédération Française de Cyclisme (*VeloBook*®).

Ce logiciel permet aux coureurs et aux entraîneurs d'y rentrer l'ensemble des données liées à l'entraînement. L'athlète ou son entraîneur peut également y déposer ses bilans physiques et/ou médicaux, ainsi que ses impressions. Grâce à l'ensemble de ces données, le logiciel établit ensuite des corrélations. Pour le suivi longitudinal de la performance, j'ai utilisé la corrélation « performance ».

En 1975, Banister et al., ont proposé un modèle mathématique postulant que la performance physique d'un sujet est l'addition de deux fonctions : une fonction positive appelée « aptitude », représentant la capacité d'un sujet à améliorer les fonctions de son organisme, et une fonction négative, la « fatigue », représentant la capacité inverse. La cohérence de ce modèle a été validée comme un bon moyen d'étude des réponses biologiques à l'entraînement par différents auteurs (Hamilton en 1985, Busso et al.). Un physiologiste du sport, F. Grappe, nous livre la version la plus aboutie de cette corrélation en 2012.

Le « TRIMP » (Training Impulse, en unité arbitraire) a été utilisé comme indice du stimulus d'entraînement pour quantifier la charge d'entraînement de l'athlète en prenant en compte le volume (durée du stimulus) et l'intensité de la charge en fonction de la fréquence cardiaque maximale (FC max), de la fréquence cardiaque de repos (FC repos) et de la fréquence cardiaque durant l'exercice (FC ex).

Le niveau d'aptitude physique $A(t)$ est obtenu à partir du produit de la charge d'entraînement et de la réponse physique à cette charge. Elle est individuelle et est déterminée pour chaque sujet par itérations à partir d'un modèle.

$$[RA(t)] : \text{niveau d'aptitude physique} = W(t).RA(t)$$

Où, $W(t)$ est calculé si $FC \text{ exercice} > 120 \text{ BPM}$ et $RA(t) = e^{-t/\tau_{apt}}$, τ_{apt} est une constante de temps de décroissance de l'aptitude physique (45 jours), e est le nombre d'Euler et t est la moyenne du temps d'entraînement en heures

Le niveau de fatigue $F(t)$ est obtenu à partir du produit de la charge d'entraînement et de la réponse à la fatigue à cette charge. Elle est individuelle et est déterminée pour chaque sujet par itérations à partir d'un modèle.

$$[RF(t)] : \text{niveau de fatigue} = W(t).RF(t)$$

Où, $W(t)$ est calculé si $FC \text{ exercice} > 120 \text{ BPM}$ et $RF(t) = e^{-t/\tau_{fat}}$, τ_{fat} est une constante de temps de décroissance de la fatigue (15 jours), e est le nombre d'Euler et t est la moyenne du temps d'entraînement en heures

On en déduit la capacité de performance $CP(t)$ qui est estimée à partir de la différence entre le niveau d'aptitude physique $[A(t)]$ et le niveau de fatigue $[F(t)]$.

$$[CP(t)] : \text{capacité de performance} = A(t) - kF(t)$$

Où, k est un coefficient pondérateur exponentiellement croissant dépendant de la fréquence cardiaque durant l'exercice et de la cinétique d'augmentation des lactates au cours d'un exercice progressivement croissant avec :

- $k(\text{homme}) = 0,64.e^{1,92}$
- $k(\text{femme}) = 0,86.e^{1,67}$

Cet ensemble de modèles mathématiques permet de calculer un indice relatif à la performance à partir d'une corrélation entre l'aptitude physique et la fatigue physique de l'athlète étudié.

2.3. Le déroulement de l'étude

La prise en charge s'est déroulée sur trois mois, avec une unique prise en charge ostéopathique par mois et par patient.

Après chaque prise en charge et après cinq minutes de repos, un test de Ruffier a été effectué à l'aide d'un cardiofréquencemètre.

Au cours de l'étude, les patients ont été soumis à un suivi régulier de la performance grâce aux outils mis à disposition par la Fédération Française de Cyclisme.

De plus, afin d'avoir une idée précise de l'état physique et psychique des athlètes et d'éviter les biais, ils ont été soumis à un questionnaire type de suivi du risque de surentraînement créé par la Société Française de Médecine du Sport (cf. annexe 1). Il est considéré que le risque de surentraînement est atteint si la

réponse « oui » est supérieure à 20 items sur 54 items. Tous les athlètes qui atteindraient ce seuil sont alors exclus de l'étude.

Avant de commencer le protocole, des informations ont été données aux participants pour assurer le bon déroulé de l'étude :

- Alimentation : garder une alimentation variée, en quantité et en qualité (un suivi diététique personnalisé est en place dans leur parcours athlétique) et faire attention de ne pas se présenter aux prises en charge sans avoir mangé dans les 6 heures qui précèdent pour éviter l'hypoglycémie lors du test de Ruffier.
- La tenue vestimentaire adaptée pendant le test de Ruffier : basket et tenue ample sont conseillés pour ne pas influencer les résultats de ce test.

2.3.1. Le questionnaire d'inclusion et la randomisation

Pour commencer, l'ensemble des patients souhaitant intégrer l'étude ont été soumis à un questionnaire (cf. annexe 2) afin d'obtenir des données administratives et des données médicales, permettant ensuite de faire un choix en tenant compte des critères d'inclusion, de non-inclusion et d'exclusion.

Une fois les patients inclus à l'étude, un code patient (de 1 à 10) a été attribué à chacun d'eux et ce, afin de réaliser une randomisation à l'aide de la table de permutation de Kendall et Babington-Smith (cf. annexe 3). Deux groupes ont ainsi été formés : un groupe d'étude A (avec prise en charge ostéopathique) et un groupe témoin B (sans prise en charge ostéopathique).

Bien entendu, chaque athlète étant mineur au moment de l'étude, une demande d'autorisation parentale a été effectuée (cf. annexe 4).

2.3.2. La première prise en charge, l'interrogatoire et les données de références

Un entretien a été convenu avec l'ensemble des patients inclus afin d'effectuer un interrogatoire individuel pour s'informer sur leur état général actuel et passé. En effet, les antécédents du patient peuvent fournir des pistes d'investigation lors du bilan ostéopathique.

2.3.3. La mise en place du triptyque protocolaire dans la prise en charge des émonctoires (hépatique, rénal et pulmonaire)

Chaque prise en charge débute et se termine par un test adapté des cinq sphères de P. Druelle et G. Forget (cf. annexe 4). Ce test permet de mettre en évidence un schéma postural « segmentaire » chez le patient, schéma au sein duquel chaque sphère peut être dysfonctionnelle et au sein duquel des jeux d'adaptations et de compensations se mettent en place. La finalité de ce test est de mettre en évidence la sphère « porte d'entrée » (notion de primarité).

2.3.4. L'abord hépatique

L'objectif de l'approche hépatique est l'optimisation de ses fonctions qui jouent un rôle majeur dans l'équilibre acido-basique. Selon le résultat au test de mobilité, plusieurs normalisations sont possibles.

Le test d'écoute de la mobilité s'effectue en position assise à l'aide d'une prise à deux mains autour du foie (cf. annexe 5).

Si le parenchyme hépatique est souple, on testera et on normalisera, si nécessaire, les tissus de soutien (cf. annexe 6) :

- Ligament falciforme
- Ligament coronaire
- Ligaments triangulaires droit et gauche
- Petit épiploon

2.3.5. L'abord de la loge rénale

L'objectif est de diminuer les tensions de la loge rénale, ce qui peut influencer les sécrétions. Le rein a une forte implication métabolique dans l'équilibre acido-basique.

Le test d'écoute de la mobilité est un test d'écoute fasciale (cf. annexe 7). Ce test indiquera si une normalisation des tissus de soutien est nécessaire (cf. annexe 8) :

- Fascia péri-rénal

2.3.6. L'abord de la sphère pulmonaire

L'objectif est de diminuer les tensions pariétales et viscérales de la loge pulmonaire, ce qui peut influencer son bon fonctionnement (inspiration/expiration).

Le test d'écoute de la mobilité est un test d'écoute fasciale (cf. annexe 9). Ce test indiquera si une normalisation des tissus de soutien est nécessaire (cf. annexe 10) :

- Plèvre pariétale antérieure
- Plèvre pariétale postérieure
- Culs-de-sac costo-médiastinaux
- Culs-de-sac costo-diaphragmatiques
- Ligaments suspenseurs du dôme pleural

Pour conclure, nous considérons comme traité, un tissu de soutien en normo-tension.

Enfin, voici un schéma illustrant le déroulement de l'étude, dans l'ordre chronologique des actions effectuées :

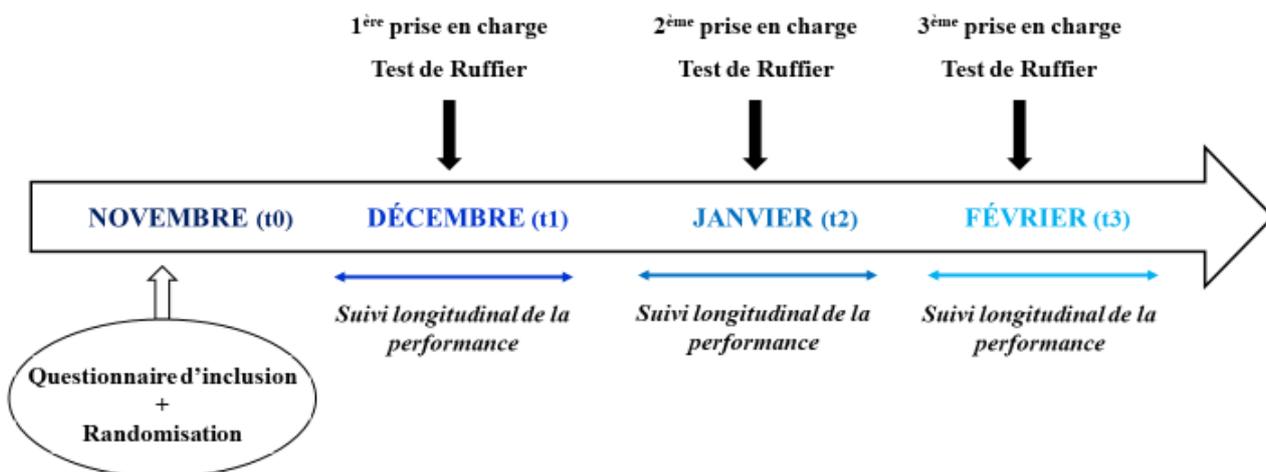


Figure 13 : Déroulement de l'étude

3. Discussion autour des résultats

3.1. L'analyse des résultats

Avant d'évoquer les résultats, il est important d'évoquer les résultats du questionnaire type de la S.F.M.S. Les résultats sont ici retranscrits sous forme d'un tableau qui récapitule par mois le score obtenu par chaque athlète (groupe A et B).

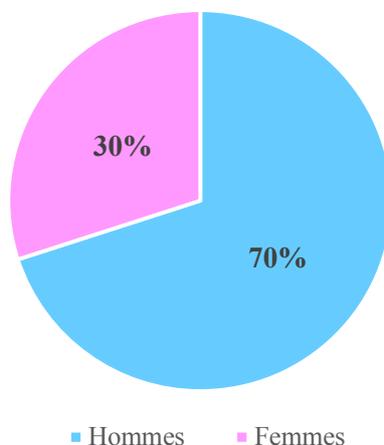
Tableau 2 : Résultats du questionnaire type de la S.F.M.S.

	Décembre (t1)	Janvier (t2)	Février (t3)
B1	10/54	7/54	8/54
A9	9/54	2/54	0/54
B8	1/54	0/54	0/54
A2	14/54	10/54	7/54
B6	5/54	7/54	8/54
A7	0/54	0/54	1/54
A5	3/54	4/54	5/54
B4	17/54	15/54	16/54
B10	3/54	6/54	9/54
A3	6/54	5/54	4/54

À partir de ces données, il est possible de conclure qu'aucuns athlètes (groupe A ou B) n'a présenté de risque de surentraînement pendant la durée de l'étude. Par conséquent, aucune exclusion de l'étude n'a eu lieu.

3.1.1. La présentation de l'échantillon de travail

L'échantillon étudié correspond à des hommes et des femmes âgés de 16 à 18 ans. Considérant l'âge moyen, le choix de cette population est volontaire. Jusqu'à 18 ans les hommes et les femmes suivent des entraînements spécifiques similaires. Un suivi médico-sportif parallèle est, de ce fait, envisageable.



3.1.2. La présentation des résultats

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats sous forme de graphiques et nous nous appuyerons également sur une analyse statistique présentée sous forme de tableaux.

Nous sommes en présence de deux groupes (traité et témoin) indépendants, pour lesquels a été mesuré un indice de récupération et un indice de performance à t1, à t2 et à t3. Ces deux variables sont quantitatives et il est défini un score moyen à t1, à t2 et à t3 pour chaque groupe.

Afin de comparer ces scores moyens en t1, en t2, puis en t3 entre le groupe traité et le groupe témoin, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney va être utilisé. Ce test utilise la loi Normale sous l'hypothèse nulle.

3.1.2.1. L'analyse de la récupération physique

Le test de Ruffier permet de recueillir un indice cardiaque de Ruffier, variable permettant de potentialiser notre objectif qui est d'évaluer la récupération physique.

Nous présenterons les résultats sous forme d'un tableau récapitulatif incluant les deux groupes et de deux graphiques pour chaque groupe. Pour chaque groupe, il est calculé un score moyen en t1, en t2 et en t3, correspondant aux trois mois de l'étude.

Tableau 3 : Évolution de l'indice cardiaque de Ruffier en fonction du temps (mois)

	Décembre (t1)	Janvier (t2)	Février (t3)
B1	9	8,6	9,2
A9	4,5	3,3	1,2
B8	10,4	10,4	9,5
A2	3,5	3,1	2,2
B6	11,2	10,7	9,8
A7	3,6	1,6	0,4
A5	7,2	5,7	4,7
B4	11,1	10,4	11,8
B10	11,1	10,8	10,8
A3	7,8	5	4,2
Score moyen (groupe A)	5,32 ± 2,04	3,74 ± 1,63	2,54 ± 1,86
Score moyen (groupe B)	10,56 ± 0,93	10,18 ± 0,90	10,22 ± 1,07

Échelle de lecture visuelle de l'indice cardiaque

indice < 0 = très bonne adaptation à l'effort

0 < indice < 5 = bonne adaptation à l'effort

5 < indice < 10 = adaptation à l'effort moyenne

10 < indice < 15 = adaptation à l'effort insuffisante

15 > indice = mauvaise adaptation à l'effort

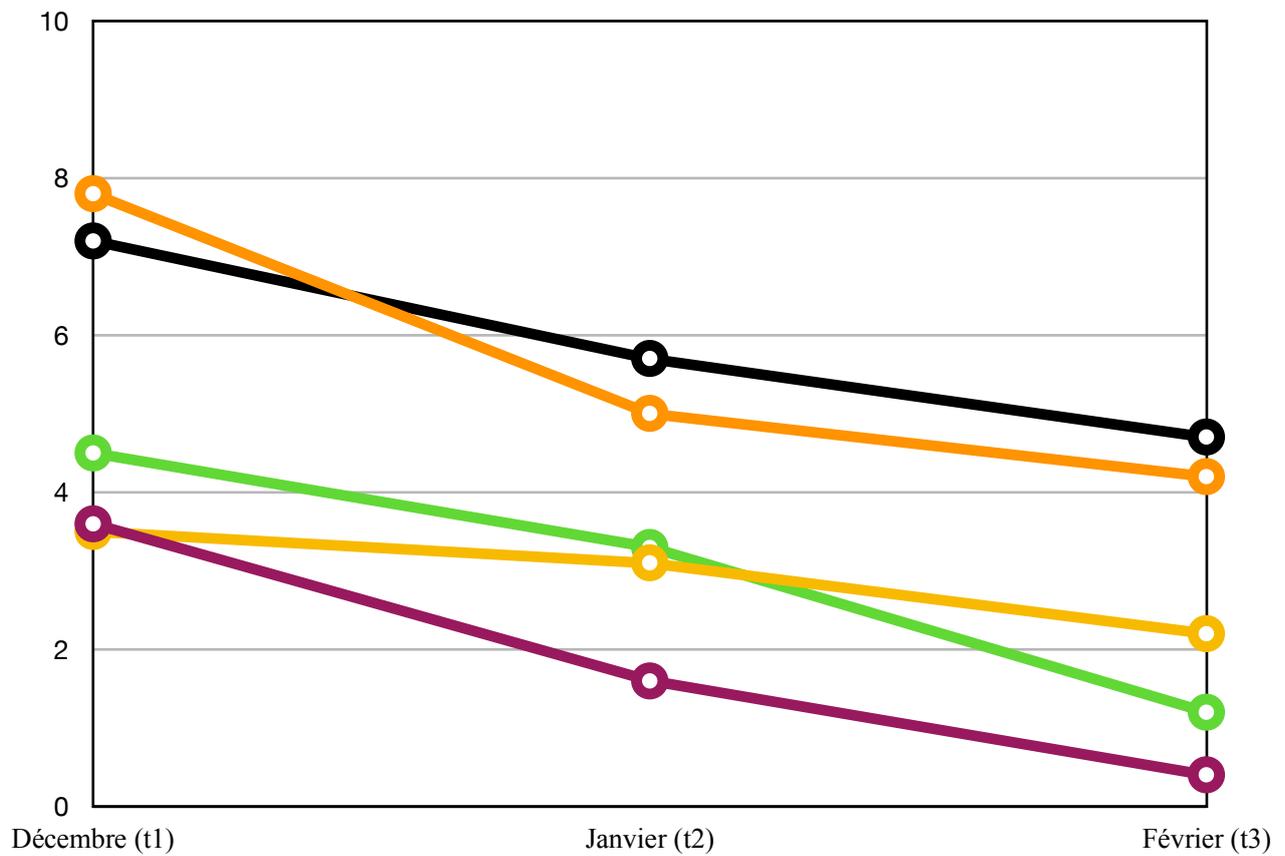


Figure 14 : Évolution de l'indice cardiaque de Ruffier en fonction du temps (mois) pour le groupe A

La courbe ci-dessus nous permet d'observer une diminution de la variable entre t1 et t3. Grâce à cette courbe, nous pouvons donc conclure, pour le groupe A, qu'il y a eu une optimisation du niveau de récupération physique pendant notre étude.

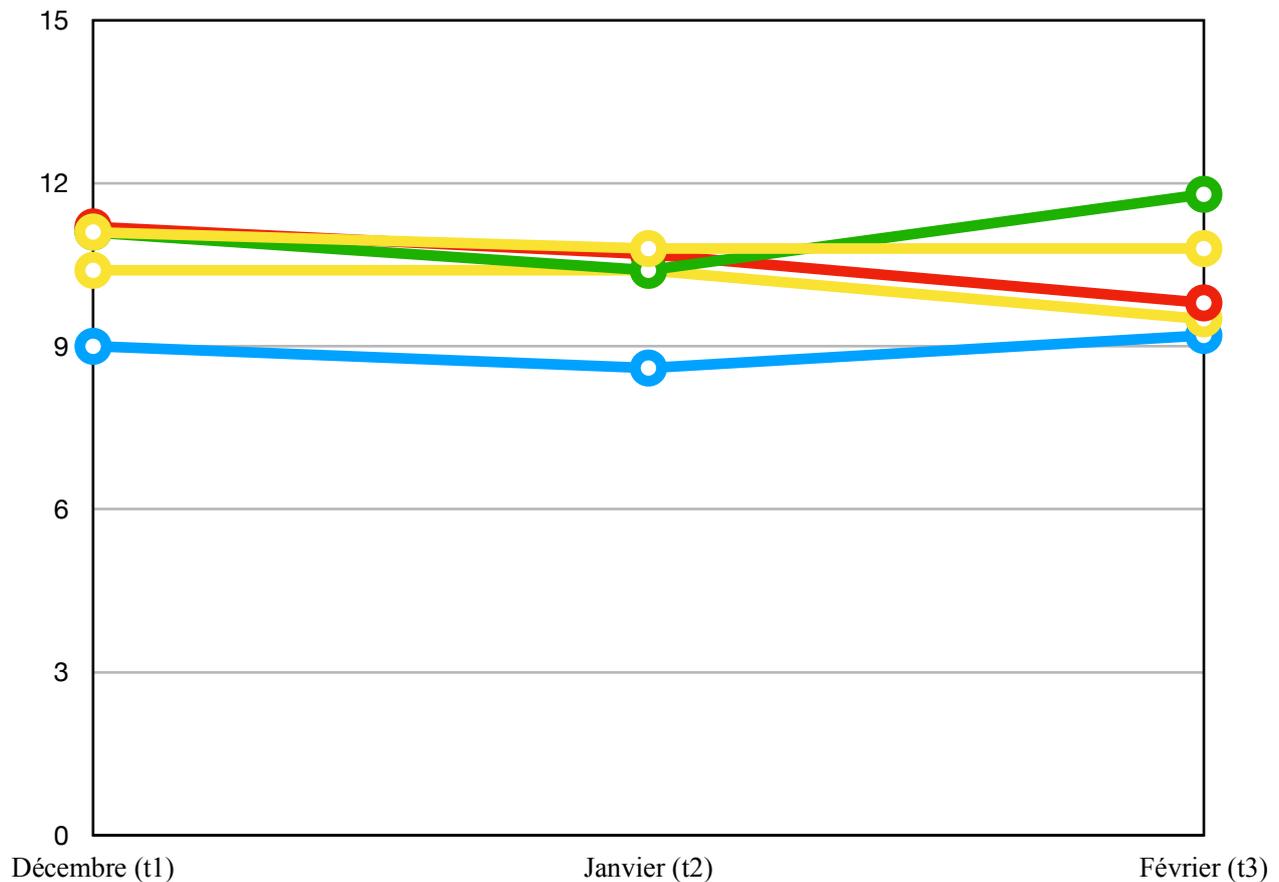


Figure 15 : Évolution de l'indice cardiaque de Ruffier en fonction du temps (mois) pour le groupe B

La courbe ci-dessus nous permet d'observer l'évolution normale d'un groupe témoin. Nous avons la lecture de l'évolution normale au cours d'une saison du niveau de performance à mettre en corrélation avec l'augmentation de la charge de travail physique.

L'échelle de lecture visuelle de l'indice cardiaque de Ruffier, nous permet de conclure que le groupe A est passé d'une adaptation moyenne à l'effort à une bonne adaptation à l'effort. Le groupe B a, pour sa part, une adaptation insuffisante à l'effort pendant toute la durée de l'étude.

Tableau 4 : Résultats statistiques : comparaison des scores moyens pour la période t1 à t3

p-value (valeur p)	Significativité
0,1	Non

3.1.2.2. L'analyse de la performance physique

Le modèle mathématique utilisé pour analyser la performance est un modèle itératif qui prend en compte le niveau d'aptitude et le niveau de fatigue propre à chaque athlète. Ce modèle permet de recueillir un indice de performance évolutif en fonction du temps : CP(t).

Nous présenterons les résultats sous forme d'un tableau récapitulatif incluant les deux groupes et de deux graphiques pour chaque groupe. Pour chaque groupe, il est calculé un score moyen en t1, en t2 et en t3, correspondant aux trois mois de l'étude.

Tableau 5 : Évolution de l'indice de performance en fonction du temps (mois)

	Décembre (t1)	Janvier (t2)	Février (t3)
B1	428	425	387
A9	213	217	336
B8	238	158	147
A2	201	209	291
B6	297	290	289
A7	144	165	207
A5	371	422	428
B4	432	400	328
B10	180	157	152
A3	123	124	159
Score moyen (groupe A)	210 ± 97	227 ± 115	284 ± 106
Score moyen (groupe B)	315 ± 113	286 ± 128	261 ± 107

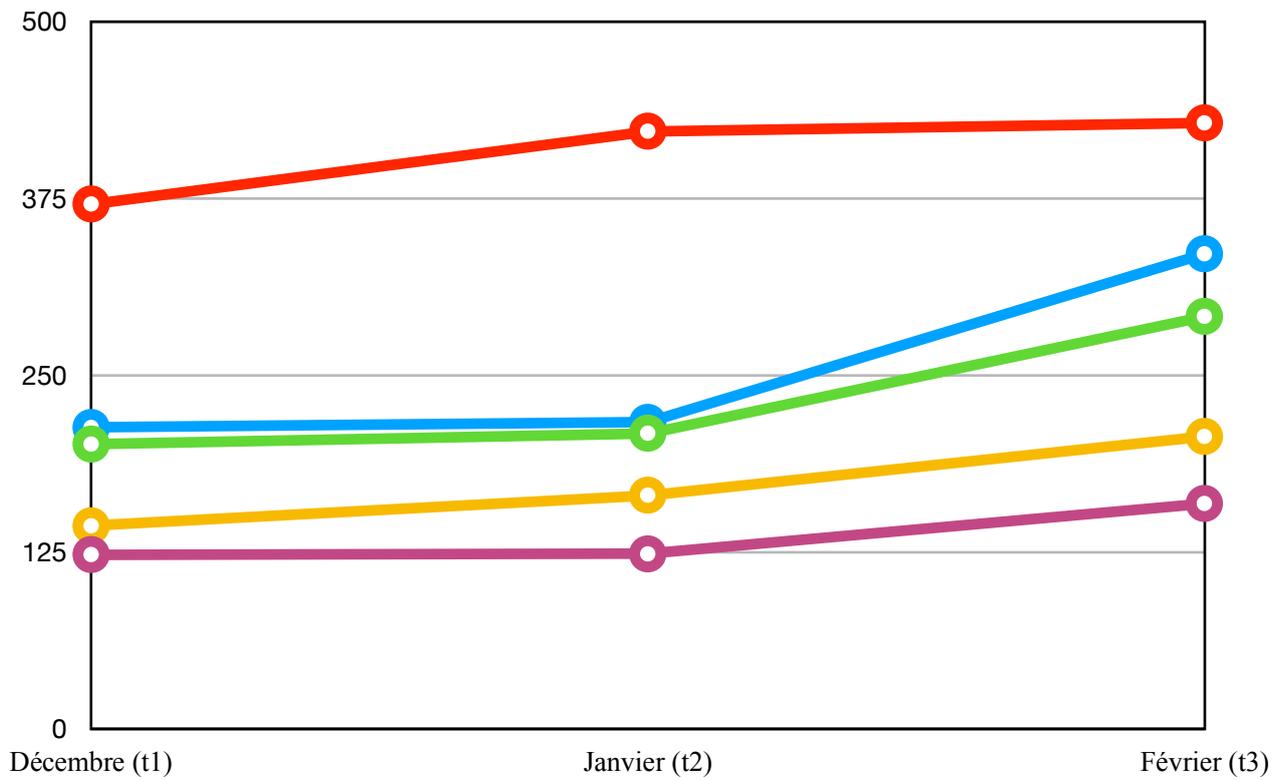


Figure 16 : Évolution de l'indice de performance en fonction du temps (mois) pour le groupe A

La courbe ci-dessus nous permet d'observer une hausse de la variable entre t1 et t3. Grâce à cette courbe, nous pouvons donc conclure qu'il y a eu une optimisation du niveau de performance pour le groupe A pendant notre étude.

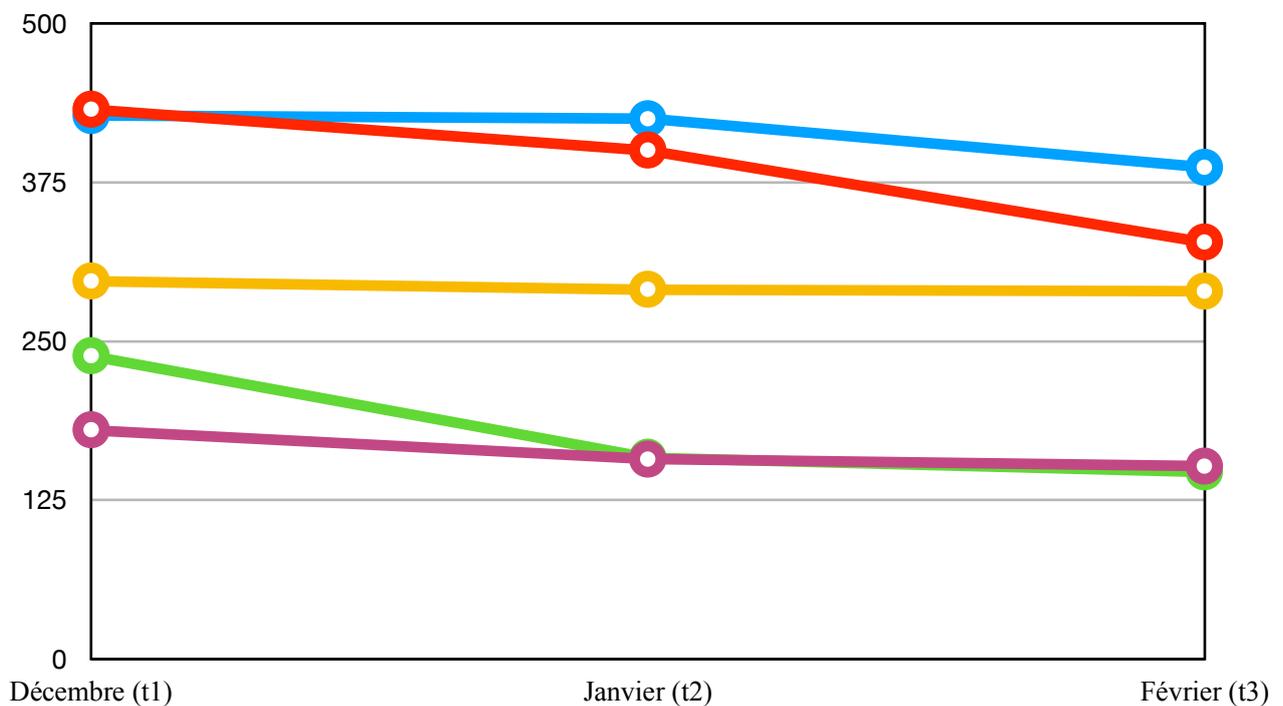


Figure 17 : Évolution de l'indice de performance en fonction du temps (mois) pour le groupe B

La courbe ci-dessus nous permet d'observer l'évolution normale d'un groupe témoin. Nous avons la lecture de l'évolution normale au cours d'une saison du niveau de performance à mettre en corrélation avec l'augmentation de la charge de travail physique.

Tableau 6 : Résultats statistiques : comparaison des scores moyens pour la période t1 à t3

p-value (valeur p)	Significativité
0,2	Non

3.2. La confrontation des résultats avec les hypothèses initiales

Reprenons les hypothèses que nous avons au début de l'étude :

- Est-il possible d'optimiser la récupération physique grâce à un traitement ostéopathique ciblé sur les émonctoires (foie, reins et poumons) ?
- Est-il possible d'optimiser la performance grâce à un traitement ostéopathique ciblé sur les émonctoires (foie, reins, poumons) ?

3.2.1. L'impact sur la récupération physique

Pour le groupe traité (A), nous notons une nette optimisation de la récupération physique. L'ensemble des patients ont changé à la baisse de niveau de récupération sur trois mois (cf. échelle de lecture visuelle).

Pour le groupe témoin (B), nous notons une stagnation du niveau de récupération physique. Tous les patients sont restés sur un même niveau de récupération sur trois mois (cf. échelle de lecture visuelle). Cette évolution est à mettre en corrélation avec l'évolution normale d'un groupe d'athlète soumis à des charges de travail physique de plus en plus importantes.

D'un point de vue statistique (cf. annexe 12), si nous comparons l'évolution de la variable « indice de récupération » entre t1 et t3 et entre les deux groupes, nous pouvons conclure que la différence d'évolution n'est pas significative.

3.2.2. L'impact sur la performance physique

Pour le groupe traité (A), nous notons une optimisation de la performance.

Pour le groupe témoin (B), nous notons une diminution du niveau de performance. Cette évolution est à mettre en corrélation avec l'évolution normale d'un groupe d'athlète soumis à des charges de travail physique de plus en plus importantes.

D'un point de vue statistique (cf. annexe 13), si nous comparons l'évolution de la variable « capacité de performance » entre t1 et t3 et entre les deux groupes, nous pouvons conclure que la différence d'évolution n'est pas significative.

3.2.3. L'apport du concept ostéopathique dans la prise en charge pluridisciplinaire du sportif de haut niveau

L'athlète de haut niveau est une « mécanique de haute précision ». En général, ces derniers consultent dans l'urgence. La blessure ou la douleur viennent perturber le quotidien et ils veulent en être libérés immédiatement, la compétition n'étant jamais loin. La prise en charge ostéopathique est efficace, mais ne perdure pas dans le temps. L'éducation des athlètes au concept ostéopathique et à son volet prévention est importante. Le « réglage » d'une « mécanique de précision » soumise à de fortes contraintes répétitives s'inscrit dans un travail sur le long terme.

Citons Yohann Diniz, recordman du monde et champion du monde du 50 km marche : « C'est vraiment lui, l'ostéopathe, qui a les clés de l'horloge pour régler le plus précisément possible la mécanique du corps humain. Surtout nous les sportifs de haut niveau et même pour moi, avant c'était travailler dans l'urgence. On consulte une fois qu'on est blessé et on veut aller tout de suite mieux parce qu'une compétition arrive très vite. On se dit : « dans 2 jours il faut que je coure, dans 2 jours il faut que je lance, ou que je re-saute ». En fait, on prend le problème complètement à l'envers. Je sais que c'est vraiment un travail à long terme qu'il faut mettre en place afin de bien régler cette mécanique. Car oui, c'est vraiment une mécanique de précision. Ensuite, il n'y a plus que des micros réglages généralement à faire ».

La globalité n'est pas simplement un concept inhérent à l'ostéopathie. Il est important de rappeler l'interdépendance de l'ensemble des systèmes et des organes. L'approche holistique de l'ostéopathie devra de plus en plus s'appuyer sur les connaissances anatomiques, physiologiques et sémiopathologiques. L'interrelation d'une structure par rapport à une autre sera ainsi respectée.

Le cadre imposé du protocole pour cette étude a tout de même permis à chaque athlète de bénéficier d'un traitement adapté à son anamnèse, son terrain et ses antécédents.

3.3. Les biais et les limites mis au jour par cette étude

Une période très courte (3 mois) a été retenue pour des raisons pratiques pour obtenir nos résultats. Il serait intéressant d'observer l'impact du même protocole sur une saison complète (6 mois). De ce fait, la quantité de traitement ostéopathique pourrait être optimisée.

3.3.1. Le nombre et le statut du patient

Cette étude n'a porté que sur 10 patients ; ceci ne peut montrer qu'une tendance à l'optimisation de la récupération et de la performance.

De plus, la variable « capacité de performance » intègre une composante sexe dans son calcul. Nous avons choisi d'intégrer les hommes et les femmes à l'étude sans tenir compte du sexe, ce qui a pu provoquer un biais pour le suivi longitudinal de cette variable.

3.3.2. La disponibilité du patient sportif de haut niveau

L'ensemble des athlètes ont été curieux et à l'écoute de mes conseils. Cependant, la protocolisation a mis au jour des difficultés organisationnelles au cours de l'étude. Chaque athlète n'avait pas la même disponibilité physique à chaque étape de l'étude. Les différentes compétitions, les différents entraînements propres et individuelles à chaque athlète, ont demandé une adaptation permanente de ma prise en charge.

3.3.3. Mon retour d'expérience en tant que praticien

J'ai eu à cœur tout au long de cette étude d'apporter aux patients le meilleur dans la prise en charge. Cependant, mon manque d'expérience peut être considéré comme un biais dans l'étude, ne pouvant quantifier la qualité de mon travail. Comment pourrai-je faire évoluer cette prise en charge avec les années de pratique ?

Toutes ces remarques permettent de comprendre que ces biais ont pu faire varier la réussite du protocole ostéopathique.

3.4. Les ouvertures à évoquer sur ce même sujet d'étude

3.4.1. Mise en place du même protocole avec un autre axe de traitement

Notre protocole a permis de travailler sur la mobilité extrinsèque des organes mis en jeu dans le déséquilibre acido-basique. Il aurait été intéressant d'observer nos résultats avec des échantillons différents. Nous pourrions comparer ces résultats avec ceux d'un échantillon traité sur le plan de la vascularisation (artérielle, veineuse et lymphatique) de ces organes ou sur le plan structurel (métamère en relation avec ces organes).

3.4.2. Mise en place du même protocole sur une population différente

Cette étude a porté son intérêt sur les cyclistes d'endurance. Il serait intéressant d'évaluer avec le même protocole l'impact sur d'autres disciplines du sport d'endurance, mais également sur des sports collectifs où la qualité individuelle peut avoir un impact sur l'ensemble du groupe.

3.4.3. Ouverture sur la place de l'ostéopathie dans le sport de haut niveau

Au regard de cette étude et de l'intérêt porté par ses participants, nous pouvons ouvrir le débat sur la place que l'ostéopathie va devoir prendre dans le sport de haut niveau dans les années à venir.

L'ostéopathie a depuis de nombreuses années ses entrées dans le sport amateur et professionnel ; les athlètes, les dirigeants et les staffs sportifs orientent aujourd'hui la prise en charge de l'athlète vers la pluridisciplinarité. Le sport de haut niveau a changé son paradigme avec une compréhension plus appropriée de la notion de performance sportive saine et durable. La stagnation des performances et ce malgré les progrès techniques et les progrès de la préparation physique des athlètes a poussé les spécialistes à mettre en relation la performance avec le milieu social, le mode de vie et l'environnement du sportif. L'ostéopathe va agir en intermédiaire entre ces facteurs et la performance.

Au regard des *habitus* de nos voisins anglo-saxons, le sport français prépare sa mue en intégrant de plus en plus d'expertise dans tous les domaines (préparation mentale, préparation visuelle...) et ce, pour tendre vers un seul but : travailler sur les gains marginaux permettant à l'humain et à l'athlète d'explorer ses limites physiques et psychiques.

CONCLUSION

Ce travail réflexif a, tout d'abord, permis de faire un état des lieux des connaissances sur le déséquilibre acido-basique et sur les systèmes dits « tampons » de notre organisme.

L'apport du concept ostéopathique à ces connaissances anatomo-physiologique permet de réaffirmer un des grands principes du père fondateur de la médecine ostéopathique, Andrew Taylor Still : « la structure gouverne la fonction ». Le postulat de départ a été de considérer qu'un organe qui intervient dans cette régulation ne peut le faire dans de bonnes conditions que si sa structure et sa mobilité cavitaire sont optimales.

À partir de cette mise au point, une étude a été réalisée avec pour objectif de mettre en avant l'efficacité du traitement ostéopathique sur la mobilité extrinsèque des organes qui interviennent dans la régulation acido-basique.

Considérant la population étudiée (sportif d'endurance de haut niveau), il semblait intéressant de porter notre regard sur l'impact de l'équilibre acido-basique sur la récupération et la performance.

L'analyse des résultats a permis de mesurer cela avec pour objectif l'amélioration des sensations de l'athlète dans toutes les composantes de son sport.

Malgré la non-significativité statistique des résultats, ceux-ci étant en grande partie tronqués par les nombreux biais, une tendance à l'optimisation de la récupération et de la performance se dégage. De plus, l'ensemble des athlètes m'a confié que mon intervention leur a apporté davantage de confort au quotidien, en prenant comme comparatif la saison précédente.

Ainsi, ce mémoire m'a offert la possibilité d'aborder mes passions, le cyclisme et le sport d'endurance, avec un regard ostéopathique, ce qui influencera avec certitude ma prise en charge des sportifs de haut niveau à l'avenir.

Selon moi, l'ostéopathie doit trouver sa place afin de satisfaire la recherche de pluridisciplinarité des athlètes. L'athlète a le souci de la gestion d'un équilibre malmené sur le plan physique, psychique et social. Bien que cette étude se soit attachée à traiter l'impact de l'ostéopathie sur la performance, l'ostéopathe peut devenir dans le sport de haut niveau le trait d'union entre la performance et l'équilibre global de l'Homme derrière l'athlète. Le maintien de la santé étant le leitmotiv de l'ostéopathe, l'athlète pourra ainsi repousser ses limites physiques et psychologiques, tout en préservant son intégrité et son équilibre.

BIBLIOGRAPHIE

- Barral, J.-P. (2004). *Manipulations viscérales* (éd. 2, Vol. 1). Paris: Elsevier.
- Barral, J.-P. (2004). *Manipulations viscérales* (éd. 2, Vol. 2). Paris: Elsevier.
- Barral, J.-P. (2005). *Le Thorax : manipulations viscérales*. Paris: Elsevier.
- Barral, J.-P., & Croibier, A. (2009). *Manipulations vasculaires viscérales*. Paris: Elsevier.
- Gomez-Merino, D., & Portero, P. (2006, Octobre). Nutrition glucidique et exercice physique : aspects pratiques. *Kinésithérapie, la revue*, 6(58), pp. 38-43. doi:PM-10-2006-00-58-0755-4982-101019-200607834
- Gomez-Merino, D., & Portero, P. (2007, Mai). Besoins en protéines et activités physiques : aspects pratiques. *Kinésithérapie, la revue*, 7(65), pp. 40-44. doi:KIN-05-2007-00-65-1779-0123-101019-200702766
- Gomez-Merino, D., & Portero, P. (2008, Janvier). Nutrition lipidique, santé et sport. *Kinésithérapie, la revue*, 8(73), pp. 57-62. doi:KIN-01-2008-00-73-1779-0123-101019-200800601
- Grappe, F. (2009). *Cyclisme et optimisation de la performance* (éd. 2). Paris: De Boeck.
- Grappe, F. (2012). *Puissance et performance en cyclisme* (éd. 2). Paris: De Boeck.
- Guignier, M., Barnoud, D., & Leverve, X. (1996). Bases physiopathologiques du traitement des acidoses métaboliques : place du bicarbonate. *Conférence d'actualisation SFAR 1996*. Grenoble.
- Haushalter, G. (1990). *Cyclisme et performance*. Paris: Chiron.
- Kenney, L. W., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2009). *Physiologie du sport et de l'exercice* (éd. 6). USA: De Boeck.
- Korr, I.-M. (1996). *Bases physiologiques de l'ostéopathie*.
- Laboratory of Molecular Biophysics, University of Alabama. (1988, Février). Entropic elastic processes in protein mechanisms. I. Elastic structure due to an inverse temperature transition and elasticity due to internal chain dynamics. *Journal of Protein Chemistry*, 7(1), pp. 1-34.
- Marieb, E., & Höhn, K. (2014). *Anatomie et physiologie humaine* (éd. 9). USA: Pearson.
- Taylor Still, A. (2013). *Le fondateur de l'ostéopathie : autobiographie*. USA: Sully.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Participation des voies métaboliques (en %) en fonction du temps (en heures).....	5
Figure 2 : Conséquence de la nutrition hyperglucidique vs hypoglucidique sur les concentrations de glycogène musculaire (en mmol.g-1) en fonction du temps (en heures), d'après Costill & Miller (1980).....	6
Figure 3 : Balance protéique chez le sportif d'endurance, d'après Costill & Miller (1980)	7
Figure 4 : Les systèmes dits « tampons »	8
Figure 5 : Le système tampon extracellulaire, d'après Chibah (2012).....	10
Figure 6 : Le système tampon intracellulaire érythrocytaire, d'après Chibah (2012).....	10
Figure 7 : La mobilité intra-thoracique pulmonaire à l'inspiration, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb	15
Figure 8 : La mobilité intra-abdominale rénale à l'inspiration, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb	16
Figure 9 : La mobilité intra-abdominale hépatique à l'inspiration, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb	16
Figure 10 : Topographie des poumons et des scissures pulmonaires, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb	17
Figure 11 : Topographie des reins dans le plan frontal, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb et dissection de la zone.....	18
Figure 12 : Topographie de la face diaphragmatique hépatique, reconstruction informatique 2D d'après Elaine N. Marieb	18
Figure 13 : Déroulement de l'étude	25
Figure 14 : Évolution de l'indice cardiaque de Ruffier en fonction du temps (mois) pour le groupe A	29
Figure 15 : Évolution de l'indice cardiaque de Ruffier en fonction du temps (mois) pour le groupe B	30
Figure 16 : Évolution de l'indice de performance en fonction du temps (mois) pour le groupe A ...	32
Figure 17 : Évolution de l'indice de performance en fonction du temps (mois) pour le groupe B ...	32
Tableau 1 : Le système de régulation acido-basique pulmonaire	11
Tableau 2 : Résultats du questionnaire type de la S.F.M.S.....	26
Tableau 3 : Évolution de l'indice cardiaque de Ruffier en fonction du temps (mois)	28
Tableau 4 : Résultats statistiques : comparaison des scores moyens pour la période t1 à t3.....	30
Tableau 5 : Évolution de l'indice de performance en fonction du temps (mois)	31
Tableau 6 : Résultats statistiques : comparaison des scores moyens pour la période t1 à t3.....	33

ANNEXES

ANNEXE 1 : Questionnaire type de suivi du risque de surentrainement créé par la Société Française de Médecine du Sport	41
ANNEXE 2 : Questionnaire d'inclusion à l'étude ostéopathique	42
ANNEXE 3 : Table de permutation de Kendall et Babington-Smith	45
ANNEXE 4 : Autorisation parentale pour un mineur	46
ANNEXE 5 : Test adapté des 5 sphères de P. Druelle et G. Forget.....	47
ANNEXE 6 : Test d'écoute de la mobilité hépatique	47
ANNEXE 7 : Test d'écoute et normalisation des tissus de soutien hépatique	48
ANNEXE 8 : Test d'écoute de la mobilité rénale.....	48
ANNEXE 9 : Test d'écoute et normalisation des tissus de soutien rénaux	48
ANNEXE 10 : Test d'écoute de la mobilité pulmonaire	49
ANNEXE 11 : Test d'écoute et normalisation des tissus de soutien pulmonaires	49
ANNEXE 12 : Réalisation du test de Wilcoxon-Mann-Whitney (BiostaTGV) – Performance.....	50
ANNEXE 13 : Réalisation du test de Wilcoxon-Mann-Whitney (BiostaTGV) – Récupération.....	51

ANNEXE 1 : Questionnaire type de suivi du risque de surentrainement créé par la Société Française de Médecine du Sport (S.F.M.S.)

Mettre une croix pour se situer entre ces deux extrêmes :

Mon Niveau de Performance est :

Mauvais <----->Excellent

Je me fatigue :

Plus lentement <-----> Plus rapidement

Je récupère de mon état de fatigue :

Plus vite <-----> Plus lentement

Je me sens :

Très détendu <-----> Très anxieux

J'ai la sensation que ma force musculaire a :

Augmenté <-----> Diminué

J'ai la sensation que mon endurance a :

Augmenté <-----> Diminué

Ce dernier mois :

1	Mon niveau de performance sportive/mon état de forme a diminué	OUI	NON
2	Je ne soutiens pas autant mon attention	OUI	NON
3	Mes proches estiment que mon comportement a changé	OUI	NON
4	J'ai une sensation de poids sur la poitrine	OUI	NON
5	J'ai une sensation de palpitation	OUI	NON
6	J'ai une sensation de gorge serrée	OUI	NON
7	J'ai moins d'appétit qu'avant	OUI	NON
8	Je mange davantage	OUI	NON
9	Je dors moins bien	OUI	NON
10	Je somnole et baille dans la journée	OUI	NON
11	Les séances me paraissent trop rapprochées	OUI	NON
12	Mon désir a diminué	OUI	NON
13	Je fais de contre-performances	OUI	NON
14	Je m'enrhume fréquemment	OUI	NON
15	J'ai des problèmes de mémoire	OUI	NON
16	Je grossis	OUI	NON
17	Je me sens souvent fatigué	OUI	NON
18	Je me sens en état d'infériorité	OUI	NON
19	J'ai des crampes, douleurs musculaires fréquentes	OUI	NON
20	J'ai plus souvent mal à la tête	OUI	NON
21	Je manque d'entrain	OUI	NON
22	J'ai parfois des malaises ou des étourdissements	OUI	NON
23	Je me confie moins facilement	OUI	NON
24	Je suis souvent patraque	OUI	NON
25	J'ai plus souvent mal à la gorge	OUI	NON
26	Je me sens nerveux, tendu, inquiet	OUI	NON
27	Je supporte moins bien mon entraînement	OUI	NON
28	Mon coeur bat plus vite qu'avant au repos	OUI	NON
29	Mon coeur bat plus vite qu'avant à l'effort	OUI	NON
30	Je suis souvent mal fichu	OUI	NON
31	Je me fatigue plus facilement	OUI	NON
32	J'ai souvent des troubles digestifs	OUI	NON
33	J'ai envie de rester au lit	OUI	NON
34	J'ai moins confiance en moi	OUI	NON
35	Je me blesse facilement	OUI	NON
36	J'ai plus de mal à rassembler mes idées	OUI	NON
37	J'ai plus de mal à me concentrer dans mon activité sportive	OUI	NON
38	Mes gestes sportifs sont moins précis, moins habiles	OUI	NON
39	J'ai perdu de la force, du punch	OUI	NON
40	J'ai l'impression de n'avoir personne de proche à qui parler	OUI	NON
41	Je dors plus	OUI	NON
42	Je tousse plus souvent	OUI	NON
43	Je prends moins de plaisir à mon activité sportive	OUI	NON
44	Je prends moins de plaisir à mes loisirs	OUI	NON
45	Je m'irrite plus facilement	OUI	NON
46	J'ai une baisse de rendement dans mon activité scolaire ou professionnelle	OUI	NON
47	Mon entourage trouve que je deviens moins agréable à vivre	OUI	NON
48	Les séances sportives me paraissent trop difficiles	OUI	NON
49	C'est ma faute si je réussis moins bien	OUI	NON
50	J'ai les jambes lourdes	OUI	NON
51	J'égare plus facilement les objets (clés, etc..)	OUI	NON
52	Je suis pessimiste, j'ai des idées noires	OUI	NON
53	Je maigris	OUI	NON
54	Je me sens moins motivé, j'ai moins de volonté, moins de ténacité	OUI	NON

ANNEXE 2 : Questionnaire d'inclusion à l'étude ostéopathique

1. Nom/Prénom *

2. Poids *

3. Taille *

4. Sexe *

Plusieurs réponses possibles.

Homme

Femme

5. Date de naissance *

Exemple : 15 décembre 2012

6. Discipline cycliste principale *

Une seule réponse possible.

Route

Piste (endurance)

Piste (sprint)

VTT

Cyclo-cross

7. Discipline sportive complémentaire *

8. Niveau de pratique *

Une seule réponse possible.

- International
 National
 Régional
 Loisir

9. Nombre d'heures d'entraînement réalisées dans le dernier mois *

10. Nombre d'heures de compétition réalisées dans le dernier mois (en jour) *

11. Événement important ayant perturbé votre vie personnelle ou familiale dans le dernier mois *

12. Arrêt de l'entraînement et/ou de la compétition dans le dernier mois pour blessure ou maladie *

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

13. Traitement(s) pris dans le dernier mois

14. Stage récent en altitude (dans les 15 derniers jours) *

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

15. Trouble du sommeil dans la dernière semaine *

Plusieurs réponses possibles.

- Oui
 Non

16. Trouble systémique (diabète, ...)

17. Niveau de Performance *

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Mauvais	<input type="radio"/>	Excellent					

18. Fatigue *

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Faible	<input type="radio"/>	Fort					

19. Récupération *

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Lente	<input type="radio"/>	Rapide					

20. Sensation sur le vélo *

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Anxieux	<input type="radio"/>	Détendu					

21. Force musculaire *

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Diminué	<input type="radio"/>	Augmenté					

22. Endurance *

Une seule réponse possible.

	0	1	2	3	4	5	
Diminué	<input type="radio"/>	Augmenté					

ANNEXE 3 : Table de permutation de Kendall et Babington-Smith

	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	13407	62899	78937	90525	25033	56358	78902	47008	72488	57949
	50230	63237	94083	93634	71652	02656	57532	60307	91619	48916
	84980	62458	09703	78397	66179	46982	67619	39254	90763	74056
	22116	33646	17545	31321	65772	86506	09811	82848	92211	51178
	68645	15068	56898	84021	40115	27524	42221	88293	67592	06430
10	26518	39122	96561	56004	50260	68648	85596	83979	09041	62350
	36493	41666	27871	71329	69212	57932	65281	57233	07732	58439
	77402	12994	59892	85581	70823	53338	34405	67080	16568	00854
	83679	97154	40341	84741	08967	73287	94952	59008	95774	44927
	71802	39356	02981	89107	79788	51330	37129	31898	34011	43304

ANNEXE 4 : Autorisation parentale pour un mineur

*Autorisation pour un mineur dans le cadre d'une étude
ostéopathique réalisée par un étudiant en fin de cycle*

Déséquilibre acido-basique chez le sportif d'endurance : évaluation de la récupération et de la performance après une prise en charge ostéopathique des émonctoires.

Je soussigné(e) Monsieur (ou Madame) , demeurant à
et agissant en qualité de , autorise mon fils / ma fille
demeurant à à participer à l'étude ostéopathique servant de support au
mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'Ostéopathe D.O..

Je certifie avoir l'autorité parentale sur cet enfant.

Date et Signature

ANNEXE 5 : Test adapté des 5 sphères de P. Druelle et G. Forget

- **Patient** : debout et en position anatomique de référence
- **Praticien** : debout, latéralement au sujet, les mains en miroir sur la sphère à évaluer (crânienne, cervicale, thoracique, abdominale et pelvienne)
- **Action** : le thérapeute réalise 4 temps
 - 1° : évaluation de l'enroulement myofascial de la sphère (flexion/extension, grandissement/tassement, side, torsion antérieure/torsion postérieure) et/ou d'une translation de cette même sphère (supérieure, inférieure, antérieure, postérieure)
 - 2° : évaluation active de la capacité de la sphère à se mouvoir à droite ou à gauche, en rotation antérieure ou en rotation postérieure
 - 3° : répétition des temps 1° et 2° sur les 5 sphères
 - 4° : mise en balance des sphères dysfonctionnelles
- **Interprétation** : cela permet de mettre en évidence
 - Un schéma postural « segmentaire »
 - Les sphères dysfonctionnelles et leur degré de lésions
 - Leurs jeux d'adaptations et de compensations
 - La sphère « porte d'entrée » ; c'est le prérequis nécessaire au respect de la physiologie du patient

ANNEXE 6 : Test d'écoute de la mobilité hépatique

- **Patient** : assis et en légère antéflexion
- **Praticien** : dans le dos du patient ; prise à deux mains autour du foie
- **Action** : écoute de la mobilité hépatique

ANNEXE 7 : Test d'écoute et normalisation des tissus de soutien hépatique

- **Ligament falciforme**

Patient en décubitus dorsal et praticien à la tête du patient ; prise en 3D, avec la main latérale sous le lobe droit et la main médiale au niveau de l'ombilic.

Action : à l'expiration : on accompagne en haut et en arrière le foie / à l'inspiration : on accompagne en bas l'ombilic. On peut utiliser des vibrations pour la normalisation.

- **Ligament coronaire**

Patient assis en légère antéflexion et praticien dans son dos ; prise en « grip » du foie.

Action : à l'inspiration : descente / à l'expiration : maintien en bas et en avant, apnée et redressement. On peut utiliser des vibrations et majorer la traction via le ligament falciforme avec un pouce au-dessus de l'ombilic pour la normalisation.

- **Ligaments triangulaires droit et gauche**

Patient en décubitus dorsal et praticien controlatéral ; prise globale du foie (cravate à l'aplomb).

Action : à l'inspiration : maintien / à l'expiration : shift controlatéral.

- **Petit épiploon (portion hépatique)**

Patient en décubitus dorsal et praticien en controlatéral ; 2 mains divergentes avec un appui sur la petite courbure gastrique et un appui sur la portion inférieure hépatique.

Action : à l'inspiration : maintien / à l'expiration : traction de la petite courbure de l'estomac suivant l'orientation des fibres du petit épiploon (haut, arrière et dehors).

ANNEXE 8 : Test d'écoute de la mobilité rénale

- **Patient** : en décubitus dorsal

- **Praticien** : homolatéral ou controlatéral au côté à écouter ; écoute fasciale globale de l'abdomen focalisée sur le tissu rénal

- **Action** : ce test s'apparente à un test d'orientation fasciale, le pôle inférieur du rein n'étant palpable qu'au premier degré de ptose.

ANNEXE 9 : Test d'écoute et normalisation des tissus de soutien rénaux

- **Fascia péri-rénal**

Patient en décubitus latéral et praticien dans son dos ; main céphalique au niveau de K12/T12 et main caudale au niveau du bord latéral de la cuisse.

Action : accentuation de l'extension et de l'adduction du membre inférieur sur des phases expiratoires dans le but de mettre en tension le fascia péri-rénal. Vérifier K12 et l'iliaque au préalable.

ANNEXE 10 : Test d'écoute de la mobilité pulmonaire

- **Patient** : en décubitus dorsal
- **Praticien** : à la tête du patient ; 2 mains posés globalement sur les lobes pulmonaires sur un niveau pariétal
- **Action** : écoute de la mobilité pulmonaire

ANNEXE 11 : Test d'écoute et normalisation des tissus de soutien pulmonaires

- **Plèvre pariétale antérieure**

Patient en décubitus dorsal et praticien en homolatéral ; main céphalique en latéro-cervical et main caudale au niveau de K11 et de K12.

Action : à l'inspiration : descente de K11 et de K12 / à l'expiration = maintien et rotation interne costale. Mises en tension successives pour la normalisation.

- **Plèvre pariétale postérieure**

Patient en décubitus dorsal (controlatéral) et praticien face au patient ; main céphalique au niveau de la partie latérale du cadran thoracique supérieur, main caudale au niveau de la partie latérale du cadran thoracique inférieur et thorax au niveau du cadran thoracique moyen.

Action : à l'inspiration : en direction du rachis et céphalo-caudale.

Mises en tension successives pour la normalisation.

- **Culs-de-sac costo-médiastinaux**

Patient en décubitus dorsal et praticien en homolatéral ; main céphalique sternale perpendiculaire à la main caudale ; au niveau de la jonction chondro-sternale de K4.

Action : à l'inspiration : traction divergente des 2 mains.

Mises en tension successives pour la normalisation.

- **Culs-de-sac costo-diaphragmatiques**

Patient en décubitus dorsal et praticien en homolatéral ; main céphalique au niveau des rampes chondrales et main caudale au niveau de K11/K12.

Action : à l'inspiration : traction caudale de K11 et de K12 / à l'expiration : rotation interne des rampes chondrales vers la fosse iliaque controlatéral.

Mises en tension successives pour la normalisation.

- **Ligaments suspenseurs du dôme pleural**

Patient en décubitus dorsal et praticien à la tête du patient ; main latérale qui contacte le dôme pleural et la région scapulaire et main interne en coupe sous-occipitale.

Action : poussée de l'apex et rotation controlatéral du rachis cervical.

Mises en tension successives pour la normalisation.

ANNEXE 12 : Réalisation du test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney (BiostaTGV) – indice de récupération

ETAPE 2 : Statistique de test Q, loi sous H0 et calcul de sa valeur observée 

Qobs à partir des données.

Statistique

U

Loi de la statistique sous H0

Loi Normale. $\mu = n_1(n_1 + n_2 + 1) / 2$; $\sigma = n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1) / 12$

Question préliminaire

Quel est le nombre d'observations du :

groupe 1 ?

groupe 2 ?

Saisie des données

Groupe 1

Groupe 2

ETAPE 4 : Prise de décision, acceptation ou rejet de H0 

Résultats du test

- Données série 1: 3L x 1C, série 2: 3L x 1C
- Méthode : Wilcoxon rank sum test; Alternative :two.sided
- p-value : 0.1
- Degré de liberté :

La valeur p (p-value) de votre test est 0.1.

ANNEXE 13 : Réalisation du test statistique de Wilcoxon-Mann-Whitney (BiostaTGV) – indice de performance

ETAPE 2 : Statistique de test Q, loi sous H0 et calcul de sa valeur observée 

Qobs à partir des données.

Statistique

U

Loi de la statistique sous H0

Loi Normale. $\mu = n_1(n_1 + n_2 + 1) / 2$; $\sigma = n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1) / 12$

Question préliminaire

Quel est le nombre d'observations du :

groupe 1 ?	<input type="text" value="3"/>
groupe 2 ?	<input type="text" value="3"/>

Saisie des données

<p>Groupe 1</p> <table><tr><td><input type="text" value="210"/></td></tr><tr><td><input type="text" value="227"/></td></tr><tr><td><input type="text" value="284"/></td></tr><tr><td><input type="button" value="+"/></td></tr><tr><td><input type="button" value="-"/></td></tr></table> <p><input type="button" value="Importer un CSV ?"/></p> <p><input type="button" value="Copier - coller via Excel ?"/></p>	<input type="text" value="210"/>	<input type="text" value="227"/>	<input type="text" value="284"/>	<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>	<p>Groupe 2</p> <table><tr><td><input type="text" value="315"/></td></tr><tr><td><input type="text" value="286"/></td></tr><tr><td><input type="text" value="261"/></td></tr><tr><td><input type="button" value="+"/></td></tr><tr><td><input type="button" value="-"/></td></tr></table> <p><input type="button" value="Importer un CSV ?"/></p> <p><input type="button" value="Copier - coller via Excel ?"/></p>	<input type="text" value="315"/>	<input type="text" value="286"/>	<input type="text" value="261"/>	<input type="button" value="+"/>	<input type="button" value="-"/>
<input type="text" value="210"/>											
<input type="text" value="227"/>											
<input type="text" value="284"/>											
<input type="button" value="+"/>											
<input type="button" value="-"/>											
<input type="text" value="315"/>											
<input type="text" value="286"/>											
<input type="text" value="261"/>											
<input type="button" value="+"/>											
<input type="button" value="-"/>											

ETAPE 4 : Prise de décision, acceptation ou rejet de H0 

Résultats du test

- Données série 1: 3L x 1C, série 2: 3L x 1C
- Méthode : Wilcoxon rank sum test; Alternative :two.sided
- Statistique observée Qobs : 1
- p-value : 0.2
- Degré de liberté :

La valeur p (p-value) de votre test est 0.2.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la possibilité d'optimisation de la récupération et de la performance après un bilan et un traitement ostéopathique orientés sur les sphères hépatiques, rénales et pulmonaires. Est dit émonctoire un organe ou une partie d'organe qui permet à l'organisme d'éliminer les déchets de l'organisme.

La problématique est par conséquent la suivante : déséquilibre acido-basique chez le sportif d'endurance : évaluation de la récupération et de la performance après un traitement ostéopathique des émonctoires ?

Pour répondre à la problématique, les traitements ostéopathiques se dérouleront sur trois mois avec une prise en charge par mois sur des coureurs cyclistes homme et femme résidant du Pôle Espoir d'Aquitaine et évoluant dans différentes disciplines du cyclisme d'endurance au niveau national et international. Une analyse régulière des constantes physiques du patient sera effectuée en collaboration avec le staff encadrant du Pôle Espoir d'Aquitaine. Pour ce qui est de la récupération, l'analyse s'effectuera avec le test de Ruffier. Pour ce qui est de la performance, l'analyse s'effectuera selon les variables du niveau d'aptitude et du niveau de fatigue de Bannister.

A partir de ces éléments, il devrait être possible de conclure sur l'intérêt d'une prise en charge ostéopathique préventive dans la boucle de recherche de la performance du sportif de haut niveau. Des recherches ultérieures sur un plus grand panel sportif devraient permettre de renforcer l'intérêt de l'ostéopathie préventive pour les structures de haut niveau, là où règne principalement la prise en charge symptomatique.

Mots-clés : ostéopathie du sport, acidose, alcalose, performance, récupération

Abstract

The objective of this study is to evaluate the optimization's possibility of the recovery and the performance after an emunctory's treatment (liver, ...). An emunctory is an organ or a part of one who let eliminate the organism's wastes. The problem is therefore: acid-base imbalance in high-level athletes: evaluation of recovery and performance after osteopathic emunctory treatment?

Osteopathic treatments will be unfolded over three months with three monthly supporting on male and female riders residing in the "Pôle Espoir d'Aquitaine" and working in various endurance cycling disciplines at national and international level. A regular analysis of the physical constants of the patient will be sustained in collaboration with the staff of the "Pôle Espoir d'Aquitaine".

For the recovery, the analysis will be done with the Ruffier's test. In terms of performance, the analysis will be based on a progression curve based on PMA and VO2max (test according to Bannister).

From these elements, it should be possible to conclude on the value of a preventive osteopathic treatment in the research loop of the performance of the high-level athlete. Subsequent research on a large athlete panel should make it possible to reinforce the interest of preventive osteopathy for high-level sport structures, where symptomatic treatment prevails.

Keywords: osteopathic treatments in sports medicine, acidosis, alkaline, display, recovery