

LA RESPIRATION HUMAINE : INTRODUCTION À SON ANATOMOPHYSIOLOGIE

Et quelques réflexions autour de la pratique de la forme ancienne de Quanyou



Préambule :

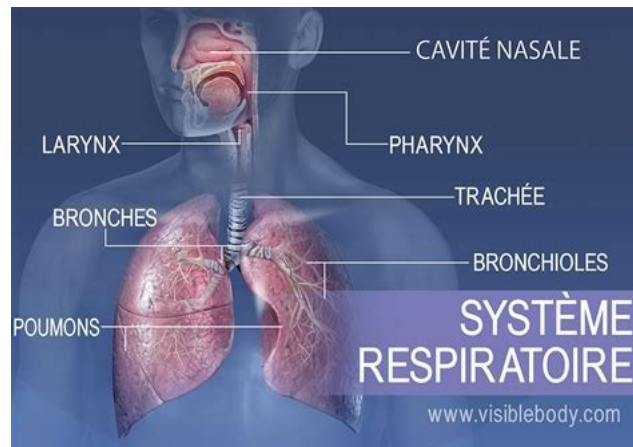
L'idée de cet article ne date pas d'hier, mais sa rédaction avait jusqu'ici été repoussée pour des raisons de disponibilité d'une part, mais aussi de conscience des limites de nos propres connaissances tant dans le domaine médical que dans le domaine des arts martiaux. Ainsi, loin de se vouloir un article d'autorité, ce travail est une proposition d'éclairage au regard de ce que nous avons nous-mêmes compris de ces sujets. De plus, la difficulté du travail de vulgarisation ne nous échappe pas, et malgré nos efforts, des passages peuvent encore être obscurs ou imprécis. Dans cet état d'esprit, il nous semble intéressant de proposer ici une certaine interactivité. Si à l'issue de votre lecture des questions se posent, des contradictions vous frappent ou des désaccords émergent, n'hésitez pas les exprimer. Ces remarques, auxquelles nous pourrions tenter de répondre, viendraient alors enrichir cet article.

Malgré son rôle primordial, la respiration reste un processus méconnu par les non-spécialistes tant dans ses mécanismes que dans ses effets. Cette méconnaissance ouvre la porte à un grand nombre d'interprétations, voire de fantasmes, plus ou moins farfelus. Sans aller jusque dans ces extrêmes, la conception que l'on se fait généralement de la respiration est souvent erronée. Nous allons essayer ici de donner une image plus fine de la respiration telle qu'elle est décrite par la médecine occidentale et de faire des parallèles avec certaines pratiques respiratoires orientales. Nous mettrons bien évidemment l'accent sur la pratique de la forme ancienne de Quanyou¹ et nous verrons que les principes de la respiration s'inscrivent dans les principes généraux de notre pratique. Cette présentation se découpera en trois parties correspondant à trois grands groupes anatomiques :

- les voies aériennes où circule l'air,
- l'ensemble côtes-poumons qui représente la base de la fonction respiratoire,
- les muscles de la respiration permettant de mettre en mouvement cette base.

Pour chaque partie, nous commencerons par une présentation des structures anatomiques, puis nous continuerons par les principes physiologiques de ces structures, pour finir par des remarques sur les liens avec notre pratique.

¹ Il s'agit de la forme ancienne de taiji quan qui constitue le coeur de la pratique proposée par l'association Shenjiying.



Avant de commencer, notons que nous ne prétendons pas ici à une quelconque exhaustivité. Des ouvrages de plusieurs centaines de pages existent sur le sujet, et les parallèles avec la forme ancienne de Quanyou restent le fruit d'une réflexion personnelle. De même, certaines approximations peuvent être relevées, mais volontairement choisies pour des raisons de clarté ou parce que certains processus demandent trop de connaissances pour être présentés ici. Par exemple, nous ne parlerons pas du passage de l'oxygène dans le sang et de son rôle dans l'organisme.

Mais commençons par le commencement avec ce vide essentiel que sont les voies aériennes.

Les voies aériennes sont des structures vides permettant des échanges avec le milieu extérieur. Ce vide est souvent désigné par le terme « lumière » dans la médecine occidentale. Ce chemin de « lumières » se découpe en plusieurs parties que nous allons présenter en allant de l'extérieur vers l'intérieur.

Le nez

Il permet la circulation de l'air via les narines, les sinus et la cavité nasale. A l'inspiration il va filtrer et réchauffer l'air inspiré.

La bouche

Elle permet d'augmenter la quantité d'air échangé car elle offre moins de résistance. En effet, c'est un orifice plus large, mais elle filtre et réchauffe moins que le nez.

Le pharynx, le larynx et la trachée

Le pharynx se trouve à la réunion des cavités nasale et buccale et va conduire l'air vers les poumons via le larynx et la trachée. Ces trois structures forment une continuité.

Les bronches souches

La trachée va se séparer en deux et donner naissance aux bronches souches droite et gauche qui entrent chacune dans un poumon.

Les bronches

Elles vont en se divisant. Chaque division entraîne une diminution du diamètre et une augmentation du nombre de bronches. Elles forment une véritable arborescence dans le poumon, on parle d'ailleurs d'« arbre bronchique ». Elles se dirigent aussi bien en haut qu'en bas. Les dernières bronches, qui sont appelées bronchioles, amènent aux alvéoles

Les alvéoles

Elles se présentent sous la formes de petites grappes plus ou moins sphériques. Elles permettent les

échanges gazeux ; l'oxygène (O₂) va être diffusé dans le sang, tandis que le dioxyde de carbone (CO₂) va être introduit dans l'air à expirer.

À l'inspiration, l'air va entrer par le nez qui va jouer son rôle de régulateur thermique et de filtre. L'air inspiré va ensuite être conduit vers les poumons via le pharynx, le larynx, puis la trachée. Au niveau des bronches souches, il va se répartir entre les deux poumons. Il sera ensuite conduit via les bronches et les bronchioles jusqu'aux alvéoles où sera prélevé l'oxygène et expulsé le dioxyde de carbone. L'air chargé de dioxyde de carbone sera ensuite expiré en empruntant le même chemin en sens inverse.

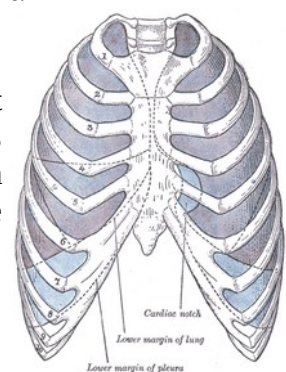
On peut ici faire une première remarque en lien avec la pratique du taiji quan. Classiquement, on demande aux pratiquants de coller la langue au palais lors de la respiration. Cette action va avoir pour conséquence la fermeture de la bouche et va engendrer une respiration naso-nasale. À l'effort, on a généralement tendance à expirer par la bouche ce qui permet un plus haut débit et donc d'expulser plus facilement le dioxyde de carbone. En effet, les sinus, conduits plus étroits, offrent plus de résistance à l'écoulement de l'air et en diminuent donc le débit. Cette diminution va entraîner une baisse de la fréquence respiratoire, soit le nombre de respirations à la minute. Or lorsqu'on abaisse la fréquence respiratoire, on augmente la quantité d'air, et donc d'oxygène, pris à la minute. Il y a donc une meilleure oxygénation du corps dans son ensemble. Notons que si l'on expire tout de même par la bouche, garder la langue collée obstrue la cavité buccale et l'on retrouve cette diminution du débit expiratoire. De plus, le fait de diminuer le débit expiratoire va nous obliger à avoir une expiration plus active pour mieux vider les poumons ce qui va engager les abdominaux. Mais nous reviendrons plus tard sur les mécanismes de l'expiration.



Avant cela, il convient de décrire ce qu'il se passe quand il ne se passe rien, quand rien ne bouge, c'est-à-dire en fin d'expiration normale. Et pour cela nous allons nous intéresser au trio côtes-plèvre-poumon. Ces structures peuvent être considérées comme passives, mais nous allons voir qu'elles sont en fait pleines de tensions, de forces, et donc de potentialité de mouvement.

Les poumons

Nous possédons deux poumons de taille différente. Le poumon gauche est plus petit pour laisser de la place au médiastin, l'enveloppe du cœur. Les poumons sont constitués d'un tissu appelé le parenchyme pulmonaire qui a pour caractéristique de vouloir se rétracter spontanément. On parlera ici de force de rétraction pulmonaire.



Les côtes

On compte douze paires de côtes qui partent de part et d'autre des vertèbres thoraciques. Les dix premières paires sont rattachées au sternum tandis que les deux dernières sont dites flottantes. On peut grossièrement les décrire comme des arcs de cercles inclinés vers le bas au repos et qui s'horizontalisent lors de l'inspiration. On parle d'un mouvement en anse de seau. Les côtes, de par la physiologie de leurs articulations postérieures et surtout antérieures, ont pour caractéristique de vouloir s'horizontaliser spontanément. On parlera ici de force d'expansion thoracique.

La plèvre

Elle est constituée de deux feuillets séparés par un espace dit virtuel car rempli d'un liquide : le liquide pleural. Il permet de solidariser les deux feuillets d'une part et de permettre le glissement de l'un par rapport à l'autre d'autre part. On décrit un feuillet pariétal qui s'attache aux côtes et un feuillet viscéral qui s'attache aux poumons. La plèvre permet de solidariser les poumons aux côtes et de transférer les mouvements des uns vers les autres.

Ces trois structures sont intimement liées. Afin de voir comment, nous allons les observer en fin d'expiration normale où aucune activité musculaire ne vient déséquilibrer le système. On appelle souvent ce moment le « point d'égalité pression » car la pression intra-pulmonaire est égale à la pression atmosphérique et il n'y a aucun mouvement d'air. Cette dénomination de « point d'égalité pression » oublie qu'à ce moment-là, outre cet équilibre entre les pressions atmosphérique et intra-pulmonaire, il existe aussi un équilibre de force. En effet, nous avons vu plus haut que les côtes tendaient naturellement à s'ouvrir, à s'expandre, et qu'à contrario le parenchyme pulmonaire tendait à se rétracter. Au « point d'égalité pression » les forces d'expansion thoracique, dirigées vers l'extérieur, et les forces de rétraction pulmonaire, dirigées vers l'intérieur, s'équilibrent et rien ne bouge. Le rôle de la plèvre s'illustre ici parfaitement car collée comme elle est à chacune des structures, elle permet la transmission de ces forces et donc leur équilibration mutuelle. Si la plèvre se décolle, les poumons s'effondrent sur eux-mêmes et les côtes s'ouvrent seules.

Le parallèle avec notre pratique est ici très intéressant. En effet, à chaque fin de mouvement, notre position doit s'inscrire dans une sphère. Il y a donc des forces motrices s'exprimant dans toutes les directions de l'espace. Ces forces s'équilibrent entre elles, actualisant notre centre de gravité.² Or, cette fin de mouvement correspond à la fin de l'expiration, où les forces permettant la respiration s'équilibrent. Il faut donc garder en tête qu'à nos forces motrices dirigées vers l'extérieur, il y a en même temps des forces passives dirigées vers l'intérieur : les forces de rétraction pulmonaire. Nous sommes donc à ce moment-là dans une immobilité dynamique pleine d'un potentiel de renouveau. Un moment suspendu, presque virtuel, puisque l'inspiration va s'enchaîner immédiatement, initiant un nouveau cycle et donc un nouveau mouvement. Pour cette mise en mouvement, pour rompre cet équilibre, il faut la présence de structures actives. Ces structures sont bien évidemment nos muscles et nous allons maintenant présenter les principaux muscles impliqués dans la respiration. Les muscles respiratoires sont classés en trois catégories : les muscles inspireurs principaux, les muscles inspireurs accessoires et les muscles expiratoires. Nous les verrons dans cet ordre, même si nous pourrions voir que cette classification peut être discutée.

Les muscles inspireurs principaux

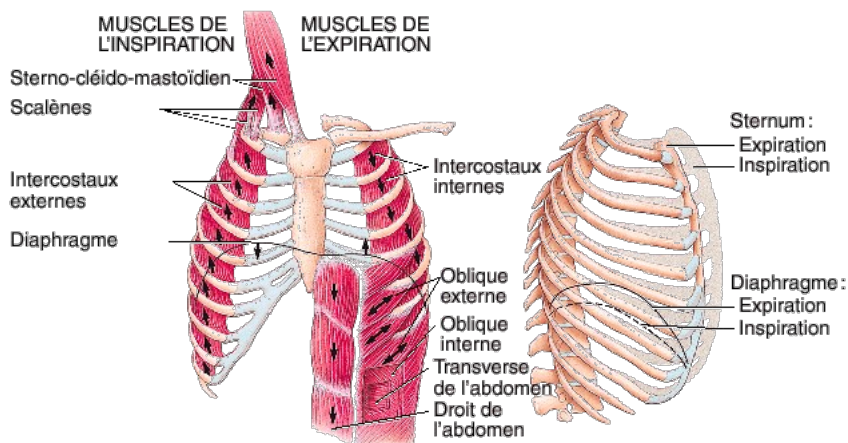
Le diaphragme est le muscle principal permettant l'inspiration. Il se rattache aux faces internes des six dernières côtes, aux faces internes de trois vertèbres lombaires et à la face interne du processus xiphoïde qui constitue la pointe du sternum. On peut le décrire grossièrement comme une demi-sphère dont la face concave est tournée vers le haut et la face convexe est tournée vers les viscères sur lesquelles ce muscle repose. Il est important de noter le rôle essentiel des viscères qui vont servir de point d'appui au diaphragme lors de son action. Les muscles intercostaux externes participent à l'inspiration. Il s'agit d'une série de muscles présents entre chaque côte. Chaque muscle intercostal s'attache à la face inférieure

² Centre de gravité qui correspond au *dan tian*, centre du *qi*, dans la médecine traditionnelle chinoise.

de la côte supérieure et à la face supérieure de la côte inférieure.

Les muscles inspireurs accessoires

Il s'agit d'un ensemble de muscles partant du cou et de la ceinture scapulaire et qui se rattachent aux côtes supérieures. On retrouve entre autre le SCOM³, les scalènes, le trapèze supérieur ou le dentelé antérieur pour ne parler que des plus connus.



Les muscles expiratoires

Le transverse de l'abdomen est le muscle abdominal le plus profond. Il agit comme une sangle abdominale empêchant les viscères de tomber vers l'avant. Ses principales insertions sont sur les vertèbres lombaires, une partie des crêtes iliaques et sur les faces internes des six dernières côtes où il est imbriqué avec les insertions du diaphragme. Les muscles abdominaux obliques et grands droits participent aussi lors de la respiration mais dans une moindre mesure. Les muscles intercostaux internes et intimes ont le même type d'insertion que les intercostaux externes, mais de par l'orientation de leurs fibres vont participer à l'abaissement des côtes lors de l'expiration forcée. Il existe en effet deux types d'expiration : l'expiration normale et l'expiration forcée sur lesquelles nous allons revenir ultérieurement. Nous avons vu qu'à la fin de l'expiration normale, le système était à l'équilibre, prêt à débuter un nouveau cycle, une nouvelle inspiration. Pour ce faire, le diaphragme va se contracter et son premier mouvement va être d'abaisser son centre vers ses insertions qui, elles, restent immobiles, fixes. Le diaphragme va donc avoir tendance à s'aplatir. Il va pousser sur les viscères qui vont s'avancer légèrement ouvrant par là même les côtes basses. Cette avancée va rapidement être stoppée par le transverse de l'abdomen, si celui-ci est suffisamment tonique, empêchant le diaphragme de descendre plus bas. Le parenchyme pulmonaire, solidarisé au diaphragme par la plèvre, va suivre le diaphragme. Le diamètre haut-bas du poumon va s'allonger et il y a donc une première augmentation du volume pulmonaire. Stoppé par le transverse de l'abdomen via les viscères, le diaphragme va changer de point fixe. Le centre ne bougeant plus, ce sont les insertions qui vont se mettre en mouvement et notamment les insertions costales. Des forces d'expansion diaphragmatique vont s'ajouter aux forces d'expansion thoracique. Les côtes vont alors être tirées vers le haut. Ce mouvement des côtes va augmenter le diamètre horizontal de la cage thoracique. Le poumon, solidarisé aux côtes par la plèvre, va suivre ce mouvement d'ouverture. On a donc une deuxième augmentation du volume pulmonaire. Or, dans un espace fermé, si l'on augmente le volume, la pression diminue. La pression intra-pulmonaire va donc être plus faible que la pression atmosphérique. Les pressions ayant tendance à s'égaliser, l'air va entrer dans les poumons par effet d'appel. Ce n'est donc pas l'air qui gonfle les poumons, mais bien le poumon qui attire l'air. L'inspiration est donc une augmentation du volume pulmonaire entraînant une diminution de la pression intra-pulmonaire ce qui crée un appel d'air.

L'inspiration se finissant, le diaphragme va se relâcher. Les forces d'expansion rajoutées par l'effort musculaire disparaissent donc. Comme le parenchyme pulmonaire a été étiré au cours de

³ Le muscle sterno-cléido-mastoïdien.

l'inspiration, les forces de rétraction pulmonaire ont augmenté et dépassent les seules forces d'expansion thoracique. Les côtes vont donc se rabaisser par la seule action élastique du poumon. De même le diaphragme va reprendre sa forme initiale attiré par le parenchyme pulmonaire. Le volume de la cage thoracique et par là même le volume pulmonaire vont diminuer entraînant une augmentation de la pression pulmonaire. Cette dernière dépassant la pression atmosphérique, l'air sort de nos poumons pour équilibrer les pressions et cela jusqu'à ce que les forces d'expansion thoracique et les forces de rétraction pulmonaire se retrouvent de nouveau à l'équilibre, achevant l'expiration normale. L'expiration normale est donc une action passive, ne demandant aucun effort musculaire puisque seules les forces de rétraction pulmonaire agissent tel un élastique étiré qui reprend sa longueur initiale.

Nous pouvons là-aussi faire des parallèles avec notre pratique. Il est intéressant de remarquer que le premier mouvement du diaphragme, qui consiste à s'abaisser, est décrit par la littérature médicale comme un mouvement de piston. Nous retrouvons ce terme de piston dans notre propre description du mouvement du tronc lors du passage en position du cavalier dans la posture « broser le genou en pas contraire » dans sa forme traditionnelle. Il y a donc dans cette partie du mouvement deux pistons, un interne et un externe, qui vont en sens contraire. En effet, le redressement du tronc correspond à une inspiration et donc à un abaissement du diaphragme. De la même façon le piston descendant du tronc correspond à une expiration et donc à une remontée du diaphragme. Nous retrouvons là l'expression des contraires n'existant pas l'un sans l'autre, l'interne et l'externe, la montée et la descente. Un autre point nous semble intéressant à mettre en lumière. Nous avons vu plus haut qu'à l'inspiration le diaphragme prenait appui sur les viscères les poussant en avant. Ce mouvement d'antériorisation est contrarié par l'action du transverse de l'abdomen, mais le diaphragme continue de pousser sur les viscères car il prend appui dessus pour pouvoir ouvrir les côtes. Cette poussée va créer une pression descendante sur le bassin via les viscères. Or, bien souvent dans notre pratique, aux mouvements d'inspiration correspondent des mouvements de redressement du tronc mais d'abaissement du bassin. Il convient donc de bien ressentir cette pression descendante des viscères et de s'en servir pour mieux abaisser le bassin. La contraction du périnée à ce moment-là est d'ailleurs une réaction naturelle du corps afin de nous éviter le prolapsus, ou descente d'organe. Le mouvement de l'oiseau⁴, deuxième partie du premier mouvement de nos formes (« Union du taiji » dans les 10 postures, « Commencement » dans les formes des 40 et 108 postures) est un bon exemple de ce travail et nous semble assez simple pour pouvoir se concentrer sur ces sensations.



Le passage en position du cavalier dans la posture « broser le genou en pas contraire »

⁴ Voir l'illustration en ouverture de l'article.

Pour revenir à notre sujet principal, le cycle respiratoire décrit plus haut correspond à une activité physique de base demandant peu d'oxygène. Mais lors d'un effort soutenu, la demande en oxygène va augmenter. La réponse adéquate est alors d'augmenter la quantité d'air échangé. Pour cela deux solutions vont se mettre en place conjointement : l'inspiration forcée et l'expiration forcée. Les muscles inspireurs accessoires, en synergie avec le diaphragme, vont venir encore plus augmenter le volume pulmonaire, diminuant d'autant la pression pulmonaire et permettant une augmentation de la quantité d'air pénétrant dans le poumon. Leur action s'effectuera sur le thorax haut. À l'expiration, ce sont les muscles expirateurs accessoires qui vont être mobilisés et en particulier le transverse de l'abdomen. En se contractant, ce muscle va comprimer les viscères vers l'intérieur. Elles n'ont alors pas d'autres choix que de remonter, repoussant le diaphragme vers le haut et comprimant les poumons, réduisant ainsi le volume pulmonaire de façon active. La pression augmentant, la quantité d'air expirée augmente elle aussi, permettant de faire de la place pour inspirer un plus grand volume d'air.

Dans certaines pratiques dites énergétiques, c'est ce rôle du transverse de l'abdomen qui est utilisé notamment lors de la respiration inversée. Elle consiste à mobiliser fortement le transverse de l'abdomen, et donc à rentrer le ventre à l'inspiration. Remarquons d'emblée que contrairement à sa classification de muscle expirateur, le transverse a, comme nous l'avons vu, un rôle actif à l'inspiration puisque qu'il s'oppose à l'avancée des viscères, les retenant légèrement et permettant au diaphragme de prendre appui sur ces dernières. La respiration inversée ne fait donc qu'amplifier un phénomène préexistant, même si ce faisant elle le pousse à son extrême inverse. Il n'existe pas à notre connaissance d'étude sur ce sujet qui pourrait montrer un effet sur la qualité de l'oxygénation, de la circulation sanguine ou de la tension artérielle. Cependant, un modèle théorique pourrait apporter une justification à ce type de respiration. En effet, une interprétation de la loi de Laplace⁵ lie l'augmentation de la force développée par le diaphragme à la diminution de son rayon de courbure. En d'autres termes, plus le diaphragme est arrondi et donc poussé vers le haut, plus il va développer de force. Or c'est exactement ce qu'il se passe avec la respiration inversée, le transverse de l'abdomen repoussant le diaphragme vers le haut par l'intermédiaire des viscères. Le fait d'intensifier le travail du transverse à l'inspiration bloque le diaphragme en position haute et accentue son effet sur l'ouverture des dernières côtes. On pourrait considérer que ce travail constitue un renforcement du diaphragme et du transverse de l'abdomen, les deux muscles travaillant l'un contre l'autre par l'intermédiaire des viscères. De même, on pourrait argumenter en faveur d'un puissant massage viscéral lors de cette contraction comprimant les viscères sur elles-mêmes. Un autre intérêt pourrait être de travailler sur la mobilité des côtes et notamment sur les capacités d'ouverture des articulations costo-vertébrales. Mais tout cela reste du domaine de la spéculation.



La respiration s'inverse dans certaines pratiques

⁵ La loi de Laplace est une loi liant la courbure d'une interface séparant deux milieux, à la différence de pression entre ces deux milieux.

Nous pouvons toutefois trouver une justification plus physiologique. Dans la pratique de la forme ancienne de Quanyou, nous avons vu que lors des mouvements de redressement du tronc et donc d'inspiration, il nous fallait abaisser le bassin. Cet étirement prononcé de l'axe vertébral va avoir pour conséquence une diminution de la pression intra-abdominale et donc des forces de contre-appui des viscères sur le diaphragme, qui sera alors moins efficace dans son travail d'ouverture des côtes. Pour pallier cette diminution, le transverse de l'abdomen va être sollicité plus puissamment afin de comprimer un peu plus les viscères. La masse viscérale remontant alors plus, elle offrira un meilleur soutien au diaphragme lui permettant d'accomplir correctement son rôle d'inspirateur principal. On peut imaginer, à partir de cette théorie, une origine de cette pratique respiratoire⁶.

Comme nous avons pu le voir au cours de cet article, la respiration est un processus complexe mettant en jeu des concepts mécaniques, physiques et chimiques. Bien des sujets n'auront pas pu être abordés par manque de place, de connaissance de l'auteur mais aussi de compréhension de la physiologie humaine. Nous pensons par exemple aux nombreux processus biochimiques ou métaboliques en ce qui nous concerne, mais aussi à l'incidence du psychisme sur la respiration en ce qui concerne le monde de la recherche. Il nous paraît toutefois intéressant de mettre en lumière d'éventuels liens entre nos pratiques et les connaissances scientifiques actuelles. Ce travail pourrait être un outil permettant de nous prémunir des dérives présentes dans le milieu des pratiques dites traditionnelles et de construire du savoir commun. Ne nous y trompons pas, il ne s'agit pas ici d'effacer l'héritage des anciens, mais au contraire de l'enrichir en l'éclairant sous un nouvel angle afin de créer des ponts entre hier et aujourd'hui. Dans cet état d'esprit, nous espérons pouvoir vous proposer de futurs articles traitant de différents aspects de notre pratique en les liant à nos connaissances actuelles.

Sammaël GAVARRY responsable bio-mécanique au sein de l'association Shenjiying



Bibliographie :

- Thomas Similowski. *Exploration de la fonction du diaphragme*, EMC - Pneumologie 2001:1-24 [Article 6-000-N-90]
Pinet (2005), *Structure, action et recrutement à l'exercice des muscles respiratoires*, Revue des Maladies Respiratoires Vol 22, N° 1, 9-18
M. Cassart, M. Estenne (2000) *Les muscles respiratoires dans l'emphysème*, Revue des Maladies Respiratoires, Vol 17, N°2, 449
Delplanque, D. *Modulation de l'AFE et contextes physiologiques, physiopathologiques. Interactions avec l'élastance et la compliance thoracopulmonaire*, Kinésith. Scient., 2004, 442, 57-58
Delplanque D., *Interactions entre pression de rétraction élastique pulmonaire et calibre des bronches*. Kinésith. Scient., 2004, 441, 51-52
Elaine N. Marieb, Katja Hoehn et Sophie Dubé, *Anatomie et physiologie humaines*, 11e édition, Pearson, 2019
M. Lacôte, A-M. Chevalier, A. Miranda... [et al.], *Évaluation clinique de la fonction musculaire*, 8e édition, Maloine, DL 2019

www.shenjiying.com

⁶ Notons tout de même que dans le monde médical, ce phénomène est appelé respiration paradoxale et signe une insuffisance de force du diaphragme. On parle là bien sûr des cas où ce type de respiration apparaît spontanément et involontairement.