

Etude de l'influence d'une protection intra-buccale aéro-perméable mâchoires serrées sur la ventilation

Christophe Hausswirth, Jean-Marc Vallier, P. Poisson, Philippe Le Van, J.-L.
Llouquet, T. Gauthier

► **To cite this version:**

Christophe Hausswirth, Jean-Marc Vallier, P. Poisson, Philippe Le Van, J.-L. Llouquet, et al.. Etude de l'influence d'une protection intra-buccale aéro-perméable mâchoires serrées sur la ventilation. [Rapport de recherche] 391, Institut National du Sport et de l'Education Physique (INSEP). 2001. hal-01920604

HAL Id: hal-01920604

<https://hal-insep.archives-ouvertes.fr/hal-01920604>

Submitted on 13 Nov 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



DEPARTEMENT DES SCIENCES DU SPORT

Laboratoire de Biomécanique et Physiologie

Étude de l'influence d'une protection intra-buccale aero-permeable machoires serrées sur la ventilation.

DOSSIER SCIENTIFIQUE PRESENTE PAR

CHRISTOPHE HAUSSWIRTH¹ ET J.M. VALLIER²,
COLLABORATEURS SCIENTIFIQUES : P. POISSON³, P. LE VAN⁴
COLLABORATEURS FEDERAUX : J.L. LLOUQUET⁵, T. GAUTHIER⁵

PUBLICATION A VENIR LIEE AU PROJET : 1- REVUE FEDERALE : FRANCE BOXE

TRAVAIL EFFECTUE PAR

LABORATOIRE DE BIOMECHANIQUE ET PHYSIOLOGIE - INSEP¹

EN COLLABORATION AVEC

UNIVERSITE DE TOULON-VAR, LABORATOIRE D'ERGONOMIE SPORTIVE ET PERFORMANCE²

UNIVERSITE DE BORDEAUX II³

DEPARTEMENT MEDICAL - INSEP⁴

FEDERATION FRANÇAISE DE BOXE⁵

Introduction

La bibliographie pugilistique et les différentes rencontres médicales organisées par la Fédération Française de Boxe nous ont permis de mettre en exergue la fragilité du boxeur face au «KO à prédominance posturale», à l'hématome ou l'œdème intra-articulaire (articulation temporo-mandibulaire) et face aux traumatismes mandibulaires, maxillaires, dentaires ou musculaires (Perez, 1989). La prévention de ces traumatismes est faite par le port d'une protection intra-buccale (PIB) permettant un engrènement des mâchoires pour garantir l'unité du massif facial (Woodmansey, 1997). C'est cette homogénéité, cette coalescence, de l'ensemble du massif facial qui protégera le boxeur du choc violent des condyles mandibulaires dans leur cavité glénoïde respective. Le port d'une PIB ne permet pas une protection absolue car la PIB peut modifier la ventilation de certains sportifs (Kondo, 1997). Dans ce cas, le boxeur a tendance à ouvrir sa bouche afin d'augmenter la ventilation buccale (Amis et al, 2000) ; le port d'une PIB ne pourra éviter le traumatisme qui au contraire sera favorisé par l'abaissement de la mandibule au moment de l'impact. Si le boxeur garde ses mâchoires serrées, il est pénalisé par une ventilation plus faible ; s'il entrouvre les mâchoires, l'efficacité de la protection est nettement diminuée. Les protections intra-buccales efficaces doivent à la fois permettre un bon engrènement des mâchoires lorsqu'elles sont serrées pour garantir l'unité du massif facial et laisser un espace antérieur aéro-perméable suffisant pour ne pas perturber la ventilation du boxeur. Il serait intéressant de connaître la dimension minimale de l'espace ventilatoire nécessaire pour que le boxeur ne modifie pas sa ventilation et garde sa mâchoire serrée pendant le combat. Dans ce but, notre travail de recherche a consisté à étudier l'influence de trois modèles de protection intra-buccale (PIB) qui diffèrent par la dimension de leur espace ventilatoire sur les paramètres ventilatoires (débit ventilatoire, fréquence respiratoire, volume courant, consommation d'oxygène) mesurés au repos et lors d'exercice sous-maximaux.

Matériels et méthodes

Sujets.

Les sujets de cette expérimentation sont au nombre de dix, de sexe masculin (18-25 ans), membres de l'Equipe de France de Boxe anglaise. A l'examen clinique de pré-inclusion, chaque sujet n'a présenté aucune contre-indication médicale à la pratique des tests avec notamment un examen bucco-dentaire normal (dentition saine, gencive saine, absence de tartre, muscles masticateurs et articulations temporo-mandibulaires asymptomatiques). Afin de participer à cette étude, ils ont été informés de la nature des possibles problèmes associés à l'expérimentation. Tous les sujets étaient volontaires et motivés par la réalisation de l'expérimentation.

Les protections intra-buccales

Pour chaque boxeur, il a été réalisé trois protections intra-buccales (PIB) de conception différente.

1/ PIB1

Il s'agit d'un modèle bi-maxillaire semi-adaptable par formage à l'eau chaude. Le boxeur ramollit la protection dans de l'eau chaude et l'adapte à sa bouche de façon occlusive et rétentive.

2/ PIB2

Il s'agit d'un modèle individuel thermoformé réalisé sur empreinte. Il est réalisé par thermoformage d'EVA (éthylène et acétate de vinyl). Une augmentation de la dimension

verticale permet d'obtenir un espace ventilatoire de 3 mm de haut (l'espace ventilatoire étant la plus courte distance entre le bord libre des incisives mandibulaires et l'appareillage).

3/ PIB3

Il s'agit d'un modèle individuel injecté réalisé sur empreinte. Après détermination de la position crano-mandibulaire de relation myocentree, l'appareillage est réalisé par injection d'EVA. Une augmentation de la dimension verticale permet d'obtenir un espace ventilatoire de 6 mm de haut.

Mesures des paramètres ventilatoires au repos et à l'effort.

Les paramètres ventilatoires sont mesurés par un analyseur Metasys[®] de marque Brainware[®] (La Valette, France).

Le débit ventilatoire (V_E), le volume courant (V_T) et la fréquence respiratoire sont mesurés en continu par un pneumotachographe et moyennés toutes les 10 secondes.

La consommation d'oxygène (VO_2) est calculée à partir des données fournies par le pneumotachographe et par les analyseurs de gaz (O_2 et CO_2) à chaque cycle respiratoire et moyennée toutes les 10 secondes.

Pour chaque boxeur, les paramètres ventilatoires sont mesurés à trois intensités d'effort différentes :

Au repos, en station debout immobile.

Sur tapis roulant, à une vitesse correspondant à 50 % de la VMA du sujet.

Sur tapis roulant, à une vitesse correspondant à 70 % de la VMA du sujet.

La VMA ou vitesse maximale aérobie est considérée comme étant la vitesse de course minimale nécessitant une consommation maximale d'oxygène de la part du sujet. Elle a été déterminée lors d'un test triangulaire préalable de détermination de la consommation maximale d'oxygène (VO_{2max}) sur tapis roulant, suivant un protocole d'incrémention

continu et progressif de 2 km/h toutes les 3 minutes avec une pente de 2 % et un début de test à 8 km/h, le test étant mené jusqu'à épuisement.

L'ordre de passage des trois intensités est l'ordre croissant. Pour chaque intensité, le sujet portera les trois types de PIB (PIB1, PIB2, PIB3) ou aucun PIB (PIB0) pendant trois minutes .

L'ordre de passage de ces quatre situations expérimentales est randomisé. Aux intensités 50 % de VMA et 70 % de VMA, il est laissé au sujet trois minutes d'adaptation à la vitesse du tapis pendant lesquelles aucun paramètre n'est mesuré. Pour chaque paramètre, il est effectué la moyenne des valeurs mesurées lors des deux dernières minutes de chacun des 12 temps expérimentaux (4 modes de ventilations à 3 intensités d'exercice différentes).

Tous les tests ont être réalisés aux mêmes instants de la journée, après un repas standardisé.

Le sujet n'a pas effectué d'entraînement épuisant dans les deux jours précédant le test.

Statistiques

Pour chacun des paramètres, il a été effectué la moyenne et l'écart-type.

Une ANOVA a été réalisée pour chercher un effet de l'intensité d'exercice et un effet du type de PIB.

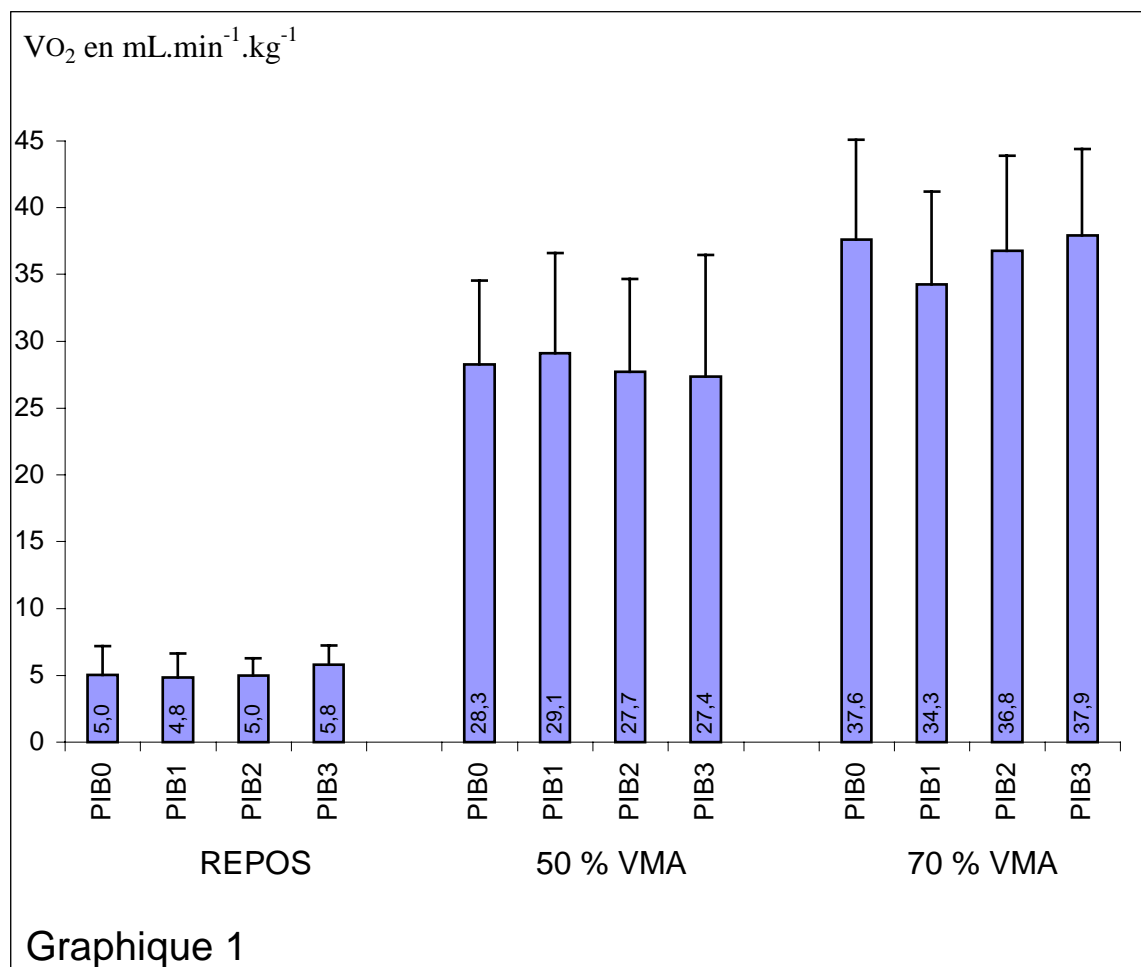
Pour chaque intensité, un test apparié de Student a été réalisé pour chercher une différence statistique entre deux types de PIB.

Résultats

La consommation d'oxygène :

L'ANOVA montre un effet de l'intensité de l'exercice physique ($p < 0,0001$) et aucun effet du type de PIB.

Les moyennes et écart-types sont indiqués sur le graphique 1.

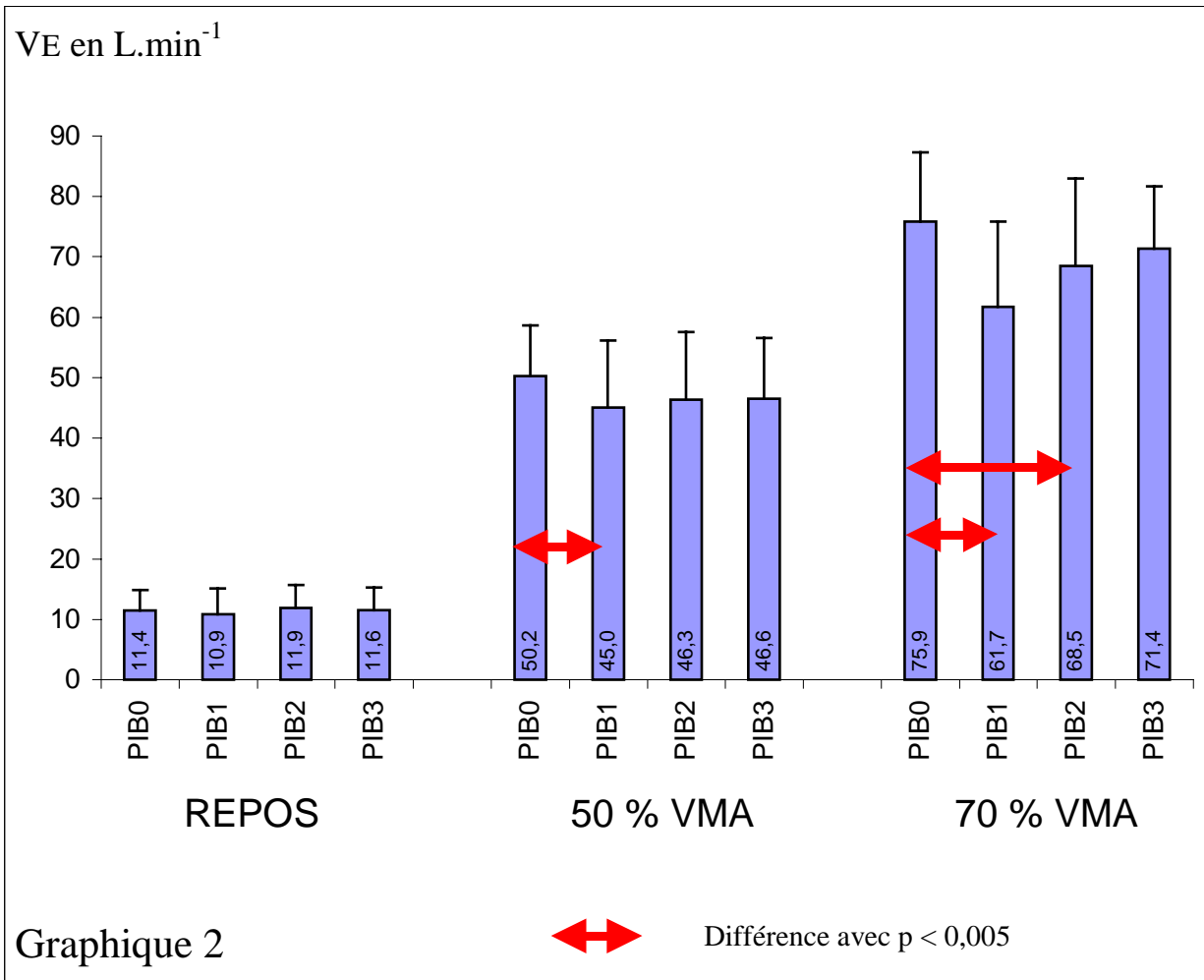


A chacune des trois intensités, les test appariés de Student ne montrent aucune différence de consommation d'oxygène selon le type de PIB ou l'absence de PIB.

Le débit ventilatoire :

L'ANOVA montre un effet de l'intensité de l'exercice physique ($p < 0,0001$) et un faible effet du type de PIB ($p = 0,071$).

Les moyennes et écart-types sont indiqués sur le graphique 2.



Au repos, les test appariés de Student ne montrent aucune différence de débit ventilatoire selon le type de PIB ou l'absence de PIB..

A une intensité correspondant à 50 % de VMA, les test appariés de Student montrent une différence significative du débit ventilatoire uniquement entre le port d'un PIB1 et l'absence de PIB ($p = 0,0251$).

A une intensité correspondant à 70 % de VMA, les test appariés de Student montrent une différence significative du débit ventilatoire

entre le port d'un PIB1 et l'absence de PIB ($p = 0,0049$).

entre le port d'un PIB2 et l'absence de PIB ($p = 0,0092$).

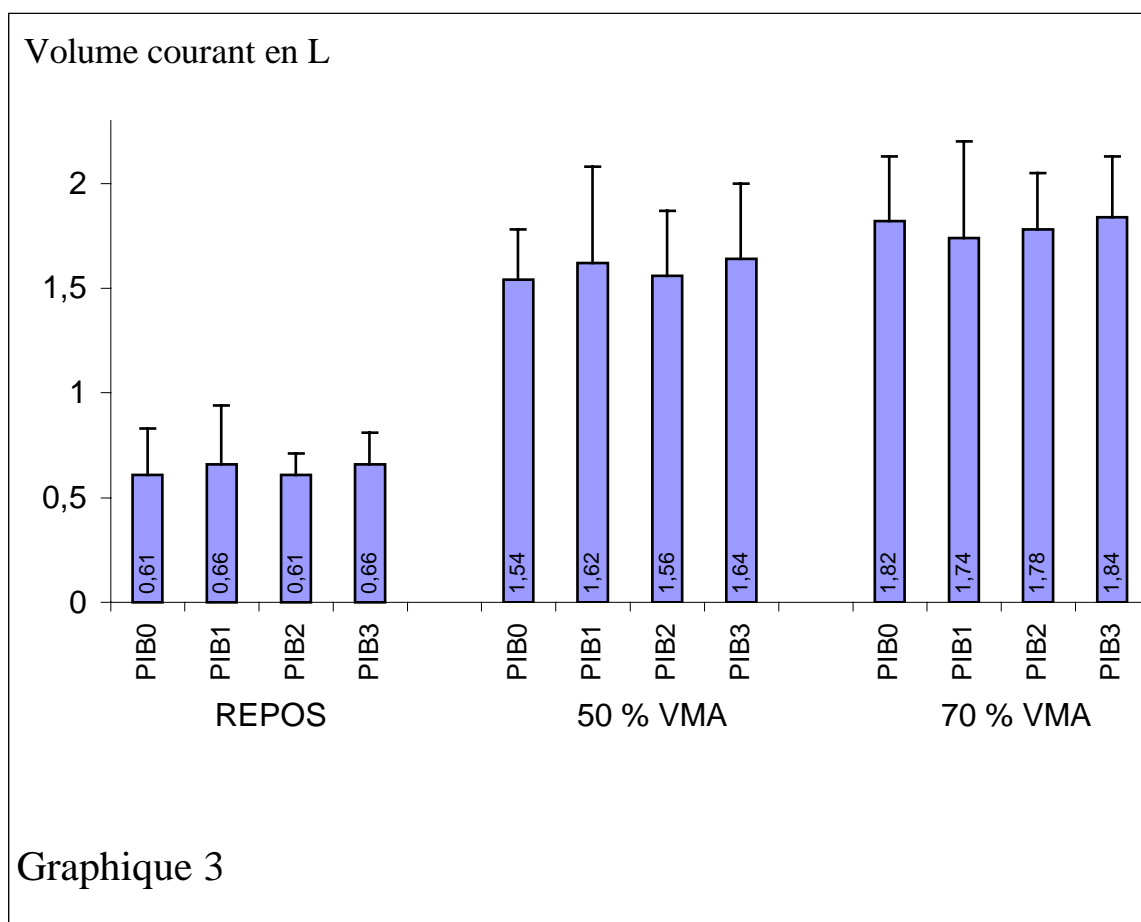
et une faible différence entre le port d'un PIB3 et l'absence de PIB ($p = 0,0574$).

entre le port d'une PIB1 et d'une PIB3 ($p = 0,0516$).

Le volume courant :

L'ANOVA montre un effet de l'intensité de l'exercice physique ($p < 0,0001$) et aucun effet du type de PIB.

Les moyennes et écart-types sont indiqués sur le graphique 3.

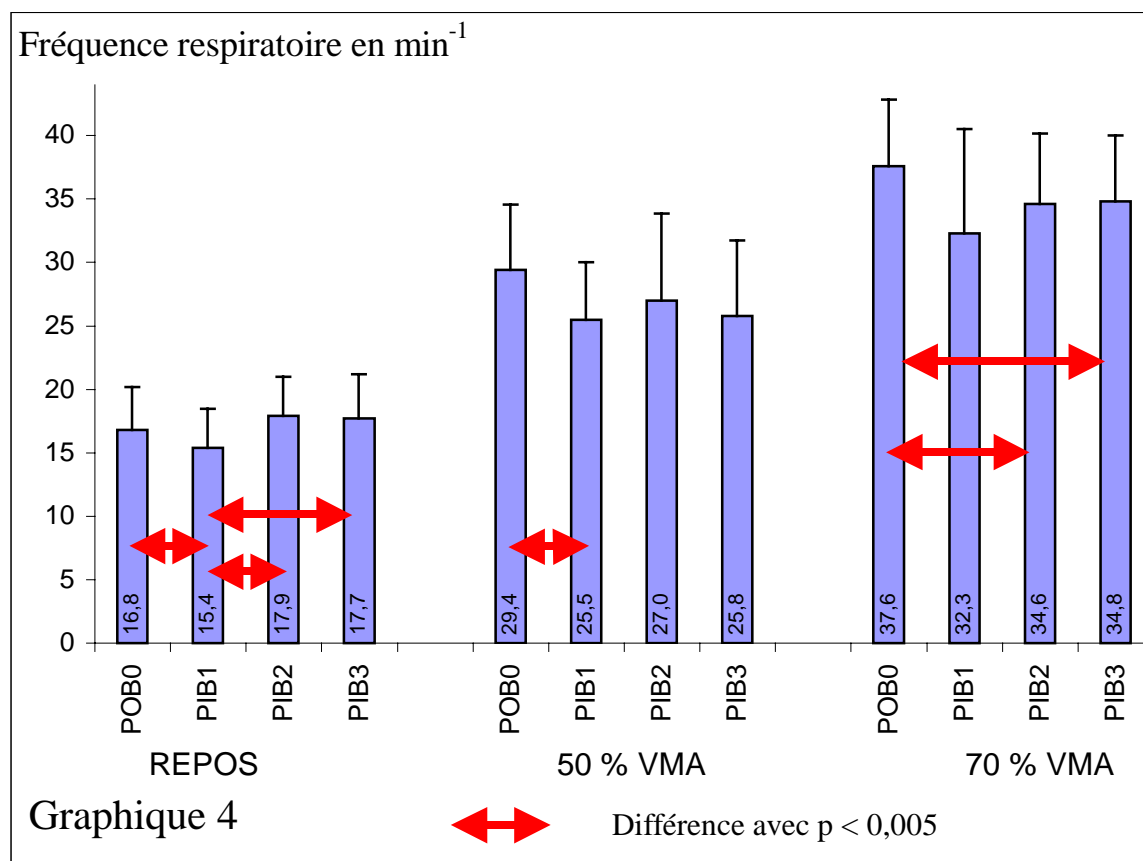


A chacune des trois intensités, les test appariés de Student ne montrent aucune différence de volume courant selon le type de PIB ou l'absence de PIB.

La fréquence respiratoire :

L'ANOVA montre un effet de l'intensité de l'exercice physique ($p < 0,0001$) et un faible effet du type de PIB ($p = 0,0724$).

Les moyennes et écart-types sont indiqués sur le graphique 4.



Au repos, les test t de Student pour des échantillons appariés montrent une différence significative de la fréquence respiratoire

entre le port d'un PIB1 et l'absence de PIB ($p = 0,0095$).

entre le port d'un PIB1 et d'un PIB2 ($p = 0,0297$).

entre le port d'un PIB1 et d'un PIB3 ($p = 0,0158$).

A une intensité correspondant à 50 % de VMA, les test t de Student pour des échantillons appariés montrent une différence significative de la fréquence respiratoire uniquement entre le port d'un PIB1 et l'absence de PIB ($p = 0,0181$).

A une intensité correspondant à 70 % de VMA, les test t de Student pour des échantillons appariés montrent une différence significative de la fréquence respiratoire

entre le port d'un PIB2 et l'absence de PIB ($p = 0,0111$).

entre le port d'un PIB3 et l'absence de PIB ($p = 0,0445$).

et une faible différence entre le port d'un PIB1 et l'absence de PIB ($p = 0,0641$).

Discussion

L'ANOVA montre un effet de l'intensité de l'exercice physique sur les quatre paramètres ventilatoires étudiés : la consommation d'oxygène, le débit ventilatoire, le volume courant et la fréquence cardiaque. Cela permet de vérifier que les trois intensités étudiées (repos, 50% de VMA, 70% de VMA) ont été choisies suffisamment éloignées les unes des autres. Cela permet d'étudier les paramètres ventilatoires dans 3 zones de valeurs très distinctes et ainsi de pouvoir tester l'effet des PIB sur ces paramètres dans des conditions expérimentales étendues.

En accord avec une étude antérieure qui avait montré une perturbation des paramètres ventilatoires par le port de PIB (Francis et Brasher, 1991), l'ANOVA montre qu'il existe pour l'ensemble des mesures effectuées aux trois intensités d'exercice, un effet du type de PIB portée ou d'absence de port de PIB sur le débit ventilatoire. Ce paramètre permet d'estimer la quantité d'air ventilée par le boxeur par minute. Ce résultat montre que l'adaptation ventilatoire du boxeur est dépendante du type de PIB. Cette adaptation est nécessaire car il a été montré que les PIB augmentaient la résistance au passage de l'air (Amis et al, 2000).

Les résultats obtenus par les tests appariés de Student nous permettent de différencier l'effet du port d'une PIB selon l'intensité d'exercice. Au repos, la demande ventilatoire est

faible comme le montre le débit ventilatoire sans PIB égal à $11,4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$. Cette faible ventilation pourra être assurée lors du port d'une PIB et cela quelque soit le type de PIB sans qu'il y ait de modification de la quantité d'air ventilé par le boxeur. Par contre à l'effort, le port de PIB modifie l'adaptation ventilatoire. Cela se voit dès l'intensité d'exercice correspondant à 50 % de VMA qui pourtant reste relativement faible (sans PIB, le débit ventilatoire est de $50,2 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ et la consommation d'oxygène est de $28,3 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$). On remarque que le port d'une PIB diminue la quantité d'air ventilée par minute (de $-3,6 \text{ L}$ à $-5,2 \text{ L}$). Cette diminution n'est statistiquement significative que pour le port d'une PIB1 c'est-à-dire pour le modèle n'offrant pas d'espace ventilatoire entre les incisives mandibulaires et les incisives supérieures. Statistiquement, il n'y a pas de différence entre la quantité d'air ventilé lorsque le boxeur porte une PIB2 ou une PIB3 (les PIB offrant un espace ventilatoire entre les incisives inférieures et supérieures) et lorsqu'il ne porte pas de PIB. Pour une intensité correspondant à 50 % de VMA, l'espace ventilatoire aménagé entre les incisives supérieures et inférieures est suffisant pour que la ventilation du boxeur ne soit pas perturbée de façon importante et cela dès un espace ventilatoire de 3 mm. Pour une intensité d'exercice plus importante, les modifications de la ventilation sont plus nettes. A une intensité correspondant à 70 % de VMA, la demande énergétique et donc ventilatoire devient plus importante (sans PIB, le débit ventilatoire est de $75,9 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ et la consommation d'oxygène est de $37,6 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$). L'absence d'espace ventilatoire comme dans la PIB1 entraîne une diminution de la quantité d'air ventilé par minute par le boxeur de plus de 14 L, ce résultat étant statistiquement significatif par rapport à la ventilation sans PIB. L'aménagement d'un espace ventilatoire rend cette diminution de la ventilation plus faible. Un espace ventilatoire de 3mm dans la PIB2 diminue la quantité d'air ventilé par minute de 7,4 L ce qui est statistiquement significatif. Par contre, lorsque l'espace ventilatoire est plus important (6 mm pour la PIB3), il n'y a plus de différence significative entre le port d'une PIB3 et sans port de PIB. Pour une intensité correspondant à 70 % de VMA, l'espace ventilatoire aménagé entre les incisives supérieures et inférieures doit être supérieur à 3 mm pour que la ventilation du boxeur ne soit

pas perturbée de façon importante. Cette différence d'effet sur la ventilation selon le type de PIB et selon l'intensité d'exercice a déjà été noté dans une étude antérieure réalisée sur la résistance du passage de l'air par la PIB (Amis et al, 2000). Dans cette études, seuls les PIB du « commerce » (équivalent des PIB1 de l'étude présente) augmente la résistance du passage de l'air pour un débit de $60 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$, par contre une PIB réalisée sur mesure (équivalent des PIB2 ou PIB3) perturbe également le passage de l'air lorsque le débit ventilatoire atteint $74 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$.

La quantité d'air ventilé par minute dépend à la fois de la quantité d'air ventilé à chaque cycle respiratoire (volume courant) et de la fréquence respiratoire. Il existe des variations importantes de la combinaison fréquence respiratoire-volume courant pour un même débit ventilatoire au repos et au cours d'un exercice (Dejours,1982). La perturbation de l'adaptation ventilatoire à l'effort due au port de différents types de PIB ne semble pas être liée à une modification du volume courant mais à une modification de la fréquence respiratoire. En effet, l'ANOVA ne montre pas d'effet du type de PIB (ou de l'absence de PIB) sur le volume courant pour l'ensemble des mesures effectuées aux trois intensités d'exercice. Les tests appariés de Student effectués pour comparer les situations deux à deux à l'intérieur de chaque intensité d'exercice ne montre jamais de différence de volume courant. En présence ou en absence d'un espace ventilatoire entre les incisives supérieures et inférieures, la quantité d'air que le boxeur ventile à chaque cycle respiratoire est peu différente. Par contre, l'ANOVA montre qu'il existe pour l'ensemble des mesures effectuées aux trois intensités d'exercice, un effet du type de PIB portée ou d'absence de port de PIB sur la fréquence respiratoire. Les résultats obtenus par les tests t appariés de Student nous permettent de différencier l'effet du port d'une PIB selon l'intensité d'exercice. Au repos, le port d'une PIB1 (sans espace ventilatoire), modifie la fréquence respiratoire en la diminuant, à la fois par rapport à l'absence de port d'une PIB (PIB0) mais aussi par rapport au port d'une PIB avec espace ventilatoire (PIB2 et PIB3). Cela n'a pas d'incidence sur le débit ventilatoire grâce à une tendance (non statistiquement significative) à l'augmentation du volume courant lors du port

d'une PIB1. A l'effort, les résultats obtenus sur la fréquence respiratoire permettent expliquer les variations mesurées sur le débit ventilatoire. A 50 % de VMA, le boxeur respire moins souvent lors du port de la PIB1, cela entraîne une diminution de la quantité d'air ventilé par minute. Par contre, lorsqu'il existe un espace ventilatoire (PIB2 et PIB3) il n'existe pas de différence statistiquement significative de la fréquence respiratoire et en conséquence pas de répercussion sur le débit ventilatoire. Par contre, à 70 % de VMA, la fréquence respiratoire diminue pour les PIB avec espace ventilatoire qu'il soit de 3mm (PIB2) ou de 6 mm (PIB3). Cela entraîne une diminution du débit ventilatoire lors du port de la PIB2 mais pas lors du port de la PIB3. Nous pouvons expliquer cela en observant l'évolution du volume courant. En effet, alors qu'il existe une tendance (non statistiquement significative) à la diminution du volume courant avec la PIB2, il semble exister une tendance (non statistiquement significative) à l'augmentation du volume courant pour la PIB3. Le port d'une PIB même avec espace ventilatoire perturbe la fréquence respiratoire en modifiant la quantité d'air ventilé lorsque l'espace ventilatoire est égal à 3 mm mais sans modification importante de la ventilation lorsque l'espace ventilatoire est supérieur à 3 mm. Il semblerait qu'avec la PIB3 le boxeur peut légèrement augmenter le volume courant pour compenser la diminution de la fréquence respiratoire ce qui ne semble pas possible avec la PIB2.

L'ANOVA ne montre pas d'effet du type de PIB (ou de l'absence de PIB) sur la consommation d'oxygène pour l'ensemble des mesures effectuées aux trois intensités d'exercice. Les tests t appariés de Student effectués pour comparer les situations deux à deux à l'intérieur de chaque intensité d'exercice ne montre jamais de différence de consommation d'oxygène. Une modification du débit ventilatoire pour une même intensité d'exercice peut modifier le coût énergétique de cet exercice notamment lorsque cela augmente ou diminue la participation des muscles respiratoires (Otis, 1954). Dans cette expérimentation, les modifications sur la ventilation du port ou non de PIB et du type de PIB portée sont dans tous les cas faibles et par conséquent insuffisants pour modifier la consommation d'oxygène de repos ou le coût énergétique du déplacement des boxeurs sur le tapis roulant.

Conclusion

Le port d'une protection intra-buccale perturbe la ventilation des boxeurs. Cette modification n'est pas suffisante pour modifier la consommation d'oxygène mais est le témoin de la gêne ressentie par le boxeur. Devant cette gêne, le boxeur risque de vouloir ouvrir la bouche annulant l'effet préventif de la PIB qui n'existe que lorsque la mâchoire est engrenée. Pour des efforts modérés (50 % de VMA), l'aménagement d'un espace ventilatoire d'au moins 3 mm entre les incisives inférieures et supérieures est suffisant pour qu'il n'y ait pas de perturbation de la ventilation ce qui n'est pas le cas pour une PIB sans espace ventilatoire. Pour des efforts plus importants (70 % de VMA), un espace ventilatoire aménagé sur la PIB de 3 mm n'est pas suffisant pour éviter une perturbation de la ventilation. Lorsque cet espace ventilatoire est égal à 6 mm, la quantité d'air ventilé par minute n'est pas différente que lors d'un exercice sans PIB, le boxeur réussissant à compenser la diminution de la fréquence respiratoire par un volume courant plus élevé. La ventilation des boxeurs de haut niveau est plus importante lors des combats que pour un effort correspondant à 70 % de VMA (Vallier et al, 1995). Il est par conséquent utile à ces boxeurs de porter un PIB aéro-perméable d'espace ventilatoire supérieur à 3 mm (6 mm dans cette étude) pour ne pas avoir de gêne ventilatoire qui pourrait les amener à ouvrir la bouche pour faciliter la ventilation.

Bibliographie

Amis T., E. Di Somma, F. Bacha, J. Wheatley (2000)

Influence of intra-oral maxillary sports mouthguards on the airflow dynamics of oral breathing.

Med Sci Sports Exerc 32 : 284-290.

Dejours P. (1982)

Le système des échanges respiratoires au cours de l'exercice musculaire.

In Physiologie de la respiration. Ed Flammarion médecine-sciences, Paris, p 247-306.

Francis K.T., J. Brasher (1991)

Physiological effects of wearing mouthguards

Br J Sports Med 25 : 227-231

Kondo G. (1997)

Study on effects of mouthguard on ventilation.

J Stomato Soc 64,2 : 326-347.

Otis A.B. (1954)

The work of breathing.

Physiol Rev 34 : 449-458.

Perez G. (1989)

Traumatismes cérébraux de la boxe

Ann. Chir., 43, 9 : 703-706.

Vallier J.M., J. Brisswalter, C. Hanon (1995)

Evaluation du métabolisme énergétique de la boxe anglaise de haut niveau de performance

Science & Sports 10 : 159-162.

Woodmansey K.F. (1997)

Athletic mouth guards prevent orofacial injuries.

J Am Coll Health 45, 4 : 179-182.

Résumé

La prévention des traumatismes en boxe (hématomes, œdèmes intra-articulaires, mandillaires) est faite par le port d'une protection intra-buccale (PIB) permettant un engrènement des mâchoires pour garantir l'unité du massif facial. Cependant, le port d'une PIB ne pourra éviter le traumatisme qui au contraire sera favorisé par l'abaissement de la mandibule au moment de l'impact. De ce fait, les protections intra-buccales dites efficaces doivent à la fois permettre un bon engrènement des mâchoires lorsqu'elles sont serrées pour garantir l'unité du massif facial et laisser un espace antérieur aéro-perméable suffisant pour ne pas perturber la ventilation du boxeur. Dans ce cadre, il nous a paru intéressant de connaître la dimension minimale de l'espace ventilatoire nécessaire pour que le boxeur ne modifie pas sa ventilation et garde sa mâchoire serrée pendant le combat. Notre travail de recherche a donc consisté à étudier l'influence de trois modèles de protection intra-buccale (PIB), qui ne diffèrent que par la dimension de leur espace ventilatoire, sur les paramètres ventilatoires (débit ventilatoire, fréquence respiratoire, volume courant, consommation d'oxygène) mesurés au repos et lors d'exercice sous-maximaux.

Les sujets de cette expérimentation étaient au nombre de dix, de sexe masculin (18-25 ans), membres de l'Equipe de France de Boxe anglaise. L'analyse statistique a montré un effet de l'intensité de l'exercice physique sur les quatre paramètres étudiés : la consommation d'oxygène, le débit ventilatoire, le volume courant et la fréquence cardiaque. Cela permet de vérifier que les trois intensités étudiées (repos, 50% de VMA, 70% de VMA) ont été choisies suffisamment éloignées les unes des autres. Le port d'une protection intra-buccale perturbe la ventilation des boxeurs. D'après nos résultats, cette modification n'est pas suffisante pour modifier la consommation d'oxygène mais témoigne de la gêne ressentie par le boxeur. Devant cette gêne, le boxeur risque de vouloir ouvrir la bouche annulant l'effet préventif de la PIB qui n'existe que lorsque la mâchoire est engrenée. Pour des efforts modérés (50 % de VMA), l'aménagement d'un espace ventilatoire d'au moins 3 mm entre les incisives inférieures et supérieures est suffisant pour qu'il n'y ait pas de perturbation de la ventilation ce qui n'est pas le cas pour une PIB sans espace ventilatoire. Pour des efforts plus importants (70 % de VMA), un espace ventilatoire aménagé sur la PIB de 3 mm n'est pas suffisant pour éviter une perturbation de la ventilation. Lorsque cet espace ventilatoire est égal à 6 mm, la quantité d'air ventilé par minute n'est pas différente que lors d'un exercice sans PIB, le boxeur réussissant à compenser la diminution de la fréquence

respiratoire par un volume courant plus élevé. Cependant, la ventilation des boxeurs de haut niveau est plus importante lors des combats que pour un effort correspondant à 70 % de VMA (Vallier et al, 1995). Il est par conséquent utile à ces boxeurs de porter un PIB aéro-perméable d'espace ventilatoire supérieur à 3 mm (6 mm dans cette étude) pour ne pas avoir de gêne ventilatoire qui pourrait les amener à ouvrir la bouche pour faciliter la ventilation.