HAL
open science

Gouttière de repositionnement et performances sportives revue systématique de la littérature

Pierre Lacoste

To cite this version:

Pierre Lacoste. Gouttière de repositionnement et performances sportives revue systématique de la littérature. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03373516

HAL Id: dumas-03373516

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03373516v1

Submitted on 11 Oct 2021

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.

université de BORDEAUX

U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2021 N°66

THÈSE POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME d'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par LACOSTE Pierre

Né le 26/12/1993 à La Trinité (Martinique)

Le mardi 5 octobre 2021

Gouttière de repositionnement et performances sportives revue systématique de la littérature

Sous la direction de : Docteur Pierre-Hadrien DECAUP

Membres du jury :

Président	M. R DEVILLARD	Professeur des Universités
Directeur	M. P-H DECAUP	Assistant Hospitalo-universitaire
Rapporteur	M. C VACHEY	Assistant Hospitalo-universitaire
Assesseur	Mme. E GAROT	Maître de conférences des Universités
Assesseur	M. E d'INCAU	Maître de conférences des Universités

UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ
11/01/2021

Président	M. TUNON DE LARA Manuel
Directeur de Collège des Sciences de la Santé	M. PELLEGRIN Jean-Luc

COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES ODONTOLOGIQUES

Directrice	Mme BERTRAND Caroline	58-01
Directeur Adjoint à la Pédagogie	Mr DELBOS Yves	56-01
Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche	M. CATROS Sylvain	57-01
Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales	M.SEDARAT Cyril	57-01

ENSEIGNANTS DE L'UFR

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M	Sylvain	CATROS	Chirugie orale	57-01
M	Raphaël	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Véronique	DUPUIS	Prothèse dentaire	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean-Christophe	FRICAIN	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie buccale – Pathologie et thérapeutique	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean-Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
Mme	Odile	LAVIOLE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Javotte	NANCY	Odontologie pédiatrique	56-01

M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01
M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

AUTRES ENSEIGNANTS

M.	Cédric	FALLA	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01

ASSISTANTS

M.	Bastien	BERCAULT	Chirurgie Orale	57-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	BOUDEAU	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01
Mr	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
Mme	Jane	GOURGUES	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mr	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Mathilde	JACQUEMONT	Parodontologie	57-01
Mme	Clémence	JAECK	Prothèse dentaire	58-01
Mr	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mr	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Claudine	KHOURY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Antoine	LAFITTE	Orthopédie dento-faciale	56-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Aude	MENARD	Prothèse dentaire	58-01
M	Florian	PITEU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	5801
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
M	Paul	VITIELLO	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Sophia	ZIANE	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01

Remerciements

A notre président de thèse,

Monsieur le Professeur Raphaël DEVILLARD
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Sous-section Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01

Nous vous remercions de nous faire l'honneur de présider notre jury. Recevez dans ce travail le témoignage de notre gratitude et l'expression de notre reconnaissance.

A notre directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Pierre-Hadrien DECAUP
Assistant Hospitalo-Universitaire
Sous-section Prothèse Dentaire 58-01

Merci pour votre aide, pour votre disponibilité et surtout pour votre patience durant cette longue période d'écriture de ce manuscrit. Soyez assuré de ma gratitude et de mon respect.

A notre rapporteur de thèse,

Monsieur le Docteur Clément VACHEY
Assistant Hospitalo-Universitaire
Sous-section Dentisterie restauratrice et endodontie 58-01

Nous vous remercions de nous faire l'honneur d'être le rapporteur de notre thèse.

A notre assesseur,

Madame le Docteur Elsa GAROT
Maître de Conférence des Universités
Sous-section Odontologie Pédiatrique 56-01

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger notre travail.

A notre assesseur,

Monsieur le Docteur Emmanuel d'INCAU
Maître de Conférence des Universités
Sous-section Prothèse Dentaire 58-01

Nous vous remercions d'avoir accepté l'invitation de faire partie de ce jury.

A ma famille et mes amis,

Maman, merci pour l'enfance heureuse que tu nous as permis d'avoir. Tu as tout donné pour Juliette et moi et nous ne pourrons jamais te remercier assez. Tu m'as transmis ta joie de vivre.

Papa, vivre loin de tes enfants a dû être très difficile, merci d'avoir été malgré cela réussi à être présent tout au long de notre enfance. Tu m'as transmis l'amour de Contis et la passion du surf.

Juliette, sans toi rien n'est possible, tu es un véritable pilier. Ton aide et ton soutient sont essentiels pour moi, avec comme dernier exemple tes multiples corrections et aides pour la réalisation de ce manuscrit merci.
Thomas merci d'être là pour Juliette et pour nous depuis plus de 10 ans. Lucien est une source de joie et de bonne humeur, vivement les prochains.

Lou, merci pour ton soutient sans faille dans l'écriture de cette thèse. Merci pour ta patience bien nécessaire. Merci pour ton amour et merci de me rendre heureux.

Grand papa, grand maman merci pour votre amour et votre gentillesse infinie. Après 60 ans de mariage votre couple est toujours un modèle pour nous tous.

Amé, tu es avec moi dans tous les moments importants de ma vie, cette soutenance en fait partie. Ton souvenir m'accompagne.

Victor, partenaire de vacances et de weekends à Contis et chez Amé depuis tout petit. Merci pour ton amitié. Je suis fier d'être ton cousin.

Matthieu, tu étais un cousin et tu es devenu un vrai frère au fur et à mesure de nos années étudiantes. Tu es toujours à mes côtés et j'espère t'apporter autant que tu le fais.

Peyo, merci pour ces précieux moments en famille et pour le rire contagieux.
Merci Maylis et Bertrand pour la bienveillance dont vous faites preuve à mon égard.

…

Patrick, ta bienveillance envers tes amis est sans limite, merci mon doux. Tu choisis bien tes sacs à dos. Merci à Valérie qui nous a présenté et à Nicolas pour les moments inoubliables.

Adrien, les déjeuners du lundi midi sont toujours moins savoureux quand ils ne sont pas engloutis avec toi. Je suis heureux de partager ce métier avec toi.

Michel, merci pour ces bons moments que nous passons ensemble, nous partageons une passion et de nombreux désaccords, pourvu que ça continue.

Thibault, merci pour ta gentillesse qui ne faiblit jamais, contrairement à ton élocution.

Maxime, merci pour l'intensité que tu mets dans les weekends que nous passons ensemble.

Romain nous partageons le goût de la Suze et des balinettes, merci pour les bons moments dont nous profitons pleinement.

Pierrick, les jeux de sociétés et les anecdotes historiques t'appartiennent, merci de les partager avec tes amis.

Nathan, tu es un acharné ce qui limite le temps passé ensemble, qui, par contre, est toujours de qualité.

…

Julia, merci beaucoup pour ton amitié, elle compte beaucoup et j'espère en être à la hauteur. Ta force de caractère est impressionnante, je t'admire beaucoup.

Juliette, ta bonne humeur et ton rire t'accompagnent en permanence, c'est toujours un plaisir de passer du temps avec toi. Merci pour ton aide de dernière minute pour le diapo. Et merci à Kristina et Dominique pour tous ces bons moments passés à Andernos.

Louis, merci pour ces deux années d'inséparables. Merci aussi de prendre le temps de répondre à chacune de mes questions concernant la dentisterie. Beaucoup de bonheur pour Alix et toi.

Maxime, Fanny, Alice, Camille, Ana, Clothilde, Émeline, compagnons de ma première promotion, merci pour ces deux premières années de plaisir.

Chloé, merci pour la gentillesse dont tu fais preuve invariablement à mon égard et pour ces années partagées

Léopoldine, merci pour ta joie de vivre qui te caractérise et qui déteint sur les gens qui t'entourent.

Titi merci pour le bon souvenir de cette année de binôme à Xavier Arnozan.

Tom, Sarah, Élisa, Marie-Line, Camille, Clémentine, Alizé, compagnons de ma seconde promotion, merci pour votre intégration, avec vous redoubler cette D1 a finalement été agréable.

…

Vinciane et Olivier, merci pour votre accueil à Hem et ce confinement de rêve. Grâce à vous je ne suis pas déboussolé. Merci Vinciane pour la mise à disposition de votre bureau pour l'écriture de cette thèse.

Phoebé Le Sang, une nouvelle petite sœur, je suis très heureux de te connaître et de partager déjà beaucoup.

Théo, Chloé, Benoît vous êtes ma famille du nord, merci.

Marco, Etienne, Pierre, Gaspard, Felix, Lucas, Damien, Robin, Cédric, Sixtine, Jeanne, Élise, Joséphine, Claire, Léa, Alexia. Merci les serviettes, vous m'avez si bien intégré. Vous contribuez tous à mon bonheur à Lille.

…

Édouard, merci pour ce modèle de chirurgien-dentiste à qui j'aspire à ressembler.

Michel Pommier, merci pour ton aide lors de mes remplacements à Saint-Julien

Patrick Bertreux, je suis heureux d'avoir pu croiser votre chemin. Merci pour la confiance que vous m'avez accordé.

Table des matières

TABLE DES ILLUSTRATIONS *11*
INTRODUCTION *12*
1. Généralités 12
1.1 Occlusion dentaire, position mandibulaire et impact sur l'équilibre corporel 12
1.2 Protection intra-buccale (PIB) 13
1.2.1 Contexte historique 14
1.2.2 Données épidémiologiques 14
1.2.4 Différents types de PIB 16
1.3 Dispositifs intra-buccaux (DIB) et performances sportives 17
1.4 Évaluation des performances sportives 18
2. Problématique 19
3. Matériel et méthodes 20
3.1 Stratégie et équation de recherche 20
3.2 Critères d'éligibilité 20
3.3 Sélection des articles 21
3.4 Extraction des données et synthèse 22
4. Résultats 22
4.1 Présentation des articles et population étudiée 25
4.2 Tableau de lecture 28
4.3 Objectifs des études : critères évalués et méthodes d'évaluation 29
5. Discussion 44
5.1 Réflexion à propos de la méthode 45
5.2 Réflexion à propos des résultats 52
CONCLUSION *54*
BIBLIOGRAPHIE *55*
ANNEXES *60*

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Liste des figures :

Figure 1 : Diagramme de flux PRISMA 2009. 23
Figure 2 : Diagramme représentant le nombre de publication par année.....26
Figure 3 : Diagramme du nombre d'articles en fonction de leur pays d'origine 26
Figure 4 : Diagramme du nombre de publication par journal avec leur *Impact Factor*.....27
Figure 5 : Digramme la répartition en genre et en âge moyen des populations étudiées.....27
Figure 6 : Diagramme circulaire des résultats aux tests 37
Figure 7 : Diagramme des résultats par catégorie.....38
Figure 8 : Diagramme circulaire des articles avec amélioration statistiquement significative selon la conception de la gouttière 38
Figure 9 : Diagramme circulaire des tests avec amélioration statistiquement significative selon la conception de la gouttière.....39

Liste des tableaux :

Tableau 1 : Exclusion des études après lecture du résumé ou du texte intégral et articles non disponibles dans leur intégralité.....25
Tableau 2 : Critère évalué et méthode d'évaluation.....36

LISTE DES ABREVIATIONS

AAO : *American association of Orthodontists*

AAPD : *American Association of Pediatric Dentistry*

ADA : *American Dental Association*

ANAES : Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé

ASTM : *American Society for Testing and Materials*

ATM : Articulation temporo-mandibulaire

CBCT : *Cone Beam Computed Tomography*

CFA : Centre de Formation d'Apprentis

DIB : Dispositif Intra-Buccal

FMS : *Fonctional Movement Screen*

IF : *Impact Factor*

mSEBT: *modified Star Excursion Balance Test*
MORA : *Mandibular Orthopedic Repositionning Appliance*
NCAA : *National Collegiate Athletic Association*
PIB : Protection Intra-Buccale
RC : Relation centrée
SLL : *Single-Leg Landing*
UFSBD : Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire
VO_2 max : Volume d'O_2 maximal
WAnT : Test Anaérobie de Wingate
3PQ : *Plyo Press Power Quotient*

INTRODUCTION

Une Protection Intra-Buccale (PIB) est un dispositif médical de prévention des blessures. Son rôle consiste à amortir et réduire les conséquences des chocs. A partir de 1962 son utilisation a été rendue obligatoire dans le football américain (1). Cette utilisation dans le sport à un niveau professionnel a entraîné les premières réflexions puis études sur l'impact des PIB sur les performances sportives (2). Plus tard des dispositifs de rééquilibration de la mandibule, centrés sur la performance plus que la protection ont été expérimentés (3) (4). Il s'agissait de gouttières de repositionnement mandibulaires (GRM).
Dans ce travail, nous regrouperons sous le terme de dispositifs intra-buccaux (DIB) les PIB et GRM.
Nous allons nous intéresser à l'influence de la position mandibulaire et de l'occlusion sur l'équilibre corporel dans sa globalité. Puis nous allons évoquer l'origine et l'utilisation des PIB ainsi que les différentes recommandations relatives à leur utilisation. Nous verrons que l'utilisation des PIB et plus globalement des DIB peut avoir une influence sur le corps dans sa globalité.

1. Généralités

1.1 Occlusion dentaire, position mandibulaire et impact sur l'équilibre corporel

L'utilisation d'un DIB modifie l'occlusion dentaire et la position mandibulaire. Ces modifications ne sont pas sans effet.

Les résultats d'une étude de Julià-Sanchez *et al*. suggèrent que les signaux afférents de l'occlusion dentaire contribuent au contrôle de l'équilibre (5). Cette contribution au contrôle de l'équilibre est exacerbée à l'occasion de perturbations externes, à savoir une surface d'appui instable, la fatigue et les tâches effectuées (5). Cela va dans le même sens que le travail de Tardieu *et al*. qui montre que l'occlusion dentaire affecte le contrôle postural. L'information sensorielle liée à l'occlusion dentaire n'intervient que lors de tâches posturales difficiles. L'importance des informations liées à l'occlusion dans le contrôle postural augmente avec la perte d'autres indices sensoriels (6). Ces situations de perte d'informations sont celles que l'on retrouve dans les pratiques sportives.
Une autre étude de Julià-Sanchez *et al*. part du postulat que l'occlusion dentaire peut influencer le tonus des muscles masticateurs et posturaux qui sont impliqués dans le préservation de l'équilibre (7). Cette dernière étude a conclu que l'occlusion dentaire conditionne à la fois la stabilité dynamique et les propriétés biomécaniques et viscoélastiques des muscles.
Ces articles établissent un lien entre l'occlusion dentaire et la posture. Il a été avancé que l'alignement de la colonne vertébrale est corrélé au contrôle postural (8) (9).

Il a été observé qu'une modification de la position des mâchoires et/ou une modification de la position des condyles mandibulaires influe sur l'alignement de la colonne (10). Cela signifie donc qu'une position contrôlée de la mandibule pourrait avoir un effet de stabilisation de la posture dans les conditions classiques du sport (déséquilibre, perte de repères habituels).
Il existe des GRM qui permettent en modifiant le positionnement de la mandibule et/ou en augmentant la dimension verticale d'occlusion de modifier, voire dans certains cas d'améliorer la posture (8). Le port de ces gouttières permettrait aussi une amélioration de l'alignement de la colonne vertébrale chez les enfants souffrants de troubles temporo-mandibulaires (9).
Ces gouttières de repositionnement sont arrivées après les protège-dents.
Un DIB peut donc avoir plusieurs objectifs : protéger le sportif et secondairement augmenter ses performances ou du moins ne pas les diminuer, c'est le cas des PIB ; ou augmenter les performances du sportif de manière isolée, c'est le cas des GRM.

1.2 Protection intra-buccale (PIB)

Les PIB sont des dispositifs intra buccaux utilisés dans le cadre sportif pour se protéger des chocs à la tête, en réduisant les conséquences des chocs subis au niveau de la face qui se transmettent au reste du crâne (11). Nous verrons que les concepts occlusaux liés à leur conception ont évolué tant en termes historique que réglementaire et de contexte et recommandation d'utilisation.

1.2.1 Contexte historique

L'une des premières utilisations documentées d'un dispositif à visée de protection des dents dans le sport a été initiée dans les années 1890 dans le cadre de la protection buccale des boxeurs (12). La conception est modifiée en 1913 mais le port de ces protections buccales fait polémique lors de combats de boxe officiels (13).

En 1921 les PIB sont déclarées illégales par les officiels de la Boxe. En 1927, c'est suite à un combat arrêté à cause d'une blessure importante à la lèvre d'un boxeur (Mike McTigue) que les PIB sont autorisées pour les boxeurs.

A partir de 1950 l'association dentaire américaine recommande l'utilisation des protège-dents.(1)

1.2.2 Données épidémiologiques

Aux États-Unis, à partir de 1962, l'utilisation du protège-dents a été rendue obligatoire dans le football américain, faisant passer l'incidence des blessures au visage et à la bouche de 50% à 1,4% sur l'ensemble des blessures subies (1) (14).

De nos jours, les blessures oro-faciales sont communes. Des études avancent qu'un tiers des traumatismes dentaires sont liés aux activités sportives (14) et que plus de cinq millions de dents sont perdues chaque année dans le monde lors de ces activités (15).

Selon un sondage de l'*American association of Orthodontists* (AAO) 84% des enfants ne portent pas de PIB pendant les activités sportives organisées (16).

Lors des jeux panaméricains de 2007 une étude sur les traumatismes dentaires a été menée. Il en résulte que la blessure la plus courante est la fracture de l'émail avec 39,8%. Et la dent la plus touchée est l'incisive centrale maxillaire avec 113 cas sur 203 blessures (17).

En 2018 l'*American Association of Pediatric Dentistery* (AAPD) a établi un rapport statistique. Ce rapport estime que les athlètes qui ne portent pas de PIB sont 60 fois plus susceptibles de subir un traumatisme à la cavité buccale. Au cours d'une saison sportive, il est évalué à une

chance sur dix de subir une blessure faciale ou dentaire. Ce même rapport fait état, annuellement, de 22 000 blessures dentaires chez les enfants de moins de 18 ans. Il indique aussi que 80,6% des consultations d'urgence chez les moins de 17 ans sont reliées à une blessure dentaire (16).

Les PIB permettent de réduire les conséquences des chocs au niveau de la face. C'est pour cela qu'elles sont recommandées par diverses institutions pour réduire le coût médical, social et économique des conséquences de telles blessures.

1.2.3 Recommandations actuelles

Afin de maintenir la santé des sportifs, plusieurs organismes proposent dans différents pays des recommandations du port de PIB.

Aux États-Unis la *National Collegiate Ahtletic Association* (NCAA) (association organisant les programmes sportifs des grandes écoles et universités) recommande le port de protège-dents dans quatre sports (football américain, hockey sur glace, hockey sur gazon et lacrosse) (18) alors que *l'American Dental Association* recommande le port des PIB pour vingt-neuf sports et activités (19).

En France l'*Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire* (UFSBD) a produit une fiche conseil (**en annexe**) à propos des protèges dents. Avec différentes informations à propos du port mais aussi des différentes conceptions des protège-dents. Il en découle une :

→ obligation de port pour :

- La boxe
- Le taekwondo
- Le hockey sur glace
- Le football américain

→ une recommandation de port pour :

- Le basketball
- La handball
- Le volleyball
- Le rugby
- Le cyclisme
- Le football
- La gymnastique
- L'haltérophilie

- La lutte
- le skateboard
- les hockey sur gazon et le rink-hockey
- les squash
- le waterpolo
- les sports équestres
- tous les arts martiaux.

Ces différentes organisations recommandent le port de PIB dans ces différentes activités, mais quel type choisir pour se protéger ?

1.2.4 Différents types de PIB

Il existe trois types de PIB faisant l'objet d'une classification par *l'American Society for Testing and Materials* (ASTM) (1) (20) (19) (21):

- Standard (type I), non adaptable. C'est la plus économique et la moins efficace des protections, elle est souvent inconfortable, et n'est pas recommandée par l'UFSBD.
- Semi adaptable (type II), thermoformable (*boil and bite*), chauffé puis adapté à la morphologie des dents et de l'arcade maxillaire. Cette protection est plus confortable.
- Sur mesure (type III). Une séance d'empreinte chez un chirurgien-dentiste est nécessaire pour sa conception. Adaptée parfaitement cette protection est la plus onéreuse et la moins répandue. Sa conception par l'intermédiaire d'un professionnel de la santé autorise un repositionnement de la mandibule en relation centrée.

Quelle que soit la conception, les différents types de PIB ont le même rôle et les mêmes objectifs de protection.

Selon l'UFSBD et différentes études, les PIB réduisent considérablement le risque de traumatisme (fracture, déplacement, expulsion) au niveau des dents antérieures, particulièrement au maxillaire. Cette protection n'est pas la même selon le type de PIB. La protection plus importante est fournie par les PIB de type III, elles-mêmes offrant une meilleure protection que les PIB de type II. La protection la moins efficace est celle des PIB de type I.(20) (19) (21) (9) (10) (22) (23) (24).

Les PIB isolent les dents des muqueuses, des lèvres , des joues ou de la langue et permettent ainsi d'éviter les plaies des tissus mous et les morsures de la langue (18) (20) (21) (25).

Ils préviennent des chocs des dents de l'arcade mandibulaire contre les dents de l'arcade maxillaire, limitent le risque de fracture mandibulaire et réduisent le risque de commotion cérébrale et d'atteinte cervicale (26).

Avec une PIB en bouche, les sportifs se sentent généralement protégés. Mais quatre articles étudiés évoquent un inconfort (1) (20) (21) (24). A cause de cet inconfort la recommandation de porter des PIB n'est pas toujours respectée. Certains athlètes craignent même une diminution des performances en cas de l'utilisation d'une PIB (9) (19) (24) (22) .
La question de l'inconfort et de la performance est donc un enjeu majeur de ces DIB.

1.3 Dispositifs intra-buccaux (DIB) et performances sportives

Bien que pour la plupart des athlètes l'utilisation principale des PIB soit liée à la sécurité, l'utilisation des DIB dans le cadre de l'amélioration des performances a fait l'objet de recherche scientifique formelle dès les années 1960 (1) (27) (18) (24). En plus des fonctions protectrices, un DIB sur mesure permet aussi de modifier l'occlusion ou encore de modifier la dimension verticale d'occlusion. En effet, l'ensemble des PIB impose une interposition de matière entre les arcades dentaires. De ce fait, le rôle de protection engendre une modification occlusale elle-même à l'origine d'un repositionnement mandibulaire ayant une conséquence articulaire et posturale.
Il est suggéré que ces modifications pourraient être source d'une modification des performances sportives (25)
Les premiers à mentionner les effets des DIB sur le corps et les performances physiques sont Stenger *et al*. en 1977 en évoquant les changements au niveau de la tête et du cou suite à un repositionnement des condyles mandibulaires (2).
A partir de 1995 l'utilisation de gouttières de repositionnement de la mandibule appelées MORA (*Mandibulare Orthopedic Repositionning Appliance*) est conseillée par Gelb *et al*. pour obtenir une position idéale des maxillaires avec un positionnement en relation centrée (RC) de la mandibule par rapport au maxillaire. Ces MORA n'ont aucune fonction de protection (28).
Il a été avancé par Bourdin *et al*. en 2006 que des états physiologiques plus efficaces peuvent être atteints en corrigeant les relations inappropriées entre la mandibule et le maxillaire (10).
Ces différentes études laissent entrevoir une possible amélioration de la capacité athlétique globale grâce à des changements d'équilibres maxillo-faciaux (10).

En 1996 Gelb *et al*. ont réalisé une revue de la littérature à propos de la relation entre les performances sportives et de la position de la mandibule (29). Dans cet article Gelb et ses collaborateurs décrivent les différentes études qui concernent l'amélioration des performances et le port d'un DIB. La conclusion globale est que les études qui ont réussi à trouver des améliorations présentaient des biais, mais les articles qui contestaient ces résultats présentaient également des biais. Gelb *et al*. appellent alors à une mise en commun des efforts entre les praticiens et les scientifiques pour produire des études logiques et validées scientifiquement.
En 2009, Roettger fait le point sur la l'article de Gelb *et al*. en insistant sur la présence des biais évoqués. Il analyse ensuite cinq études et leurs résultats. Dans cet article, Roettger s'attarde essentiellement sur la gouttière EDGE® de BiteTech Inc. dont il est le directeur exécutif de la recherche (30).La position de Roettger au sein de la société BiteTech Inc peut alors lever des interrogations concernant un éventuel conflit d'intérêt. En conclusion l'auteur encourage la recherche à continuer à étudier le sujet pour trouver des applications dans le sport ou autre domaine.
Depuis 2009 et la publication de Roettger l'intérêt a été grandissant pour des études sur des gouttières issues du commerce et fabriquées pour améliorer les performances. Plusieurs études ont eu pour but de démontrer une modification des performances sportives. Ces articles utilisent des protocoles expérimentaux composés de tests physiques divers en présence ou non de DIB.

1.4 Évaluation des performances sportives

L'évaluation des performances sportives repose sur des tests physiques. Ces tests sont nombreux et plus ou moins validés et reconnus par la communauté scientifique.
Certains tests évaluent la puissance musculaire avec différents sauts ou encore avec des tests anaérobies tel que celui de Wingate, avec une course sur un tapis de course ou l'utilisation de vélo ergométrique dans des conditions précises (31) (32).
D'autres paramètres tels que la force musculaire, la souplesse, l'agilité, l'équilibre, le temps de réaction peuvent entrer en compte dans l'évaluation des performances sportives. (33) (34) (35) (36) (37).
C'est grâce à ces tests que l'on peut comparer l'influence que peuvent avoir les différents DIB. Ces protocoles présentent des biais, notamment le « biais des survivants », ici il concerne les sujets qui ont déjà porté des protèges dents ou des gouttières de repositionnement. Aussi les sportifs de haut niveau sont habitués à essayer de nouveaux dispositifs quels qu'ils soient et peuvent s'y adapter plus rapidement que la population globale (18). Il existe aussi un biais de

confusion avec l'effet placebo qui peut être présent pour des sujets intégrant une étude qui vise à évaluer des différences de performance sportive (38) (39).

L'utilisation de dispositifs intra-buccaux date du début du XXème siècle. L'avancée scientifique, notamment à propos de l'influence de l'occlusion sur la posture, a permis d'élargir leur champ d'utilisation avec le repositionnement mandibulaire. Actuellement il est possible de choisir parmi les différentes fonctions et d'obtenir une protection seule ou bien un repositionnement associé ou non à la fonction protectrice.
En fonction du dispositif choisi on pourrait alors obtenir, couplé ou non à une protection, un effet du dispositif sur la posture ou encore les performances sportives.

2. Problématique

Les PIB sont donc des dispositifs existants depuis plus d'un siècle. Leur utilisation, d'abord très limitée puis même interdite, s'est largement répandue lorsqu'elle a été rendue obligatoire dans les sports à risque. L'usage massif de la PIB a entraîné un questionnement quant à la possible altération des performances des athlètes.
C'est une interrogation légitime et qui a du sens car on ne peut pas se passer de PIB dans la pratique des sports à risques car la blessure du sportif est de toute manière contre-productive dans la performance à long terme.
Le rôle de ces dispositifs intra-buccaux n'est plus uniquement celui de la protection. A partir des années 70 les GRM/MORA ont fait leur apparition et ont pour but une amélioration de la performance. De nombreuses études ont été menées. Ces études expérimentales incluent des sportifs de différentes disciplines (football américain, basketball, golf…) et étudient de nombreux critères selon l'étude considérée (puissance musculaire, capacité anaérobie, agilité…).
Face à ce constat, il est légitime de s'interroger sur la comparabilité des études centrées autour de la performance sportive et du port d'un dispositif intra-buccal en général. En d'autres termes, **quels protocoles permettent d'étudier la variation des performances sportives selon l'usage d'un DIB lors de l'enregistrement de cette performance** ?
Cette problématique principale soulève deux questions subsidiaires ; **les paramètres de mesure utilisés dans ces protocoles sont-ils comparables et reproductibles** ? **Le port d'un DIB a-t-il réellement une influence sur la mesure de la performance sportive** ?

3. Matériel et méthodes

3.1 Stratégie et équation de recherche

Une revue de la littérature a été réalisée à partir des bases de données Pubmed, Cochrane et Scopus. Les termes clés ont été associés pour obtenir l'équation suivante: [(*Jaw Repositioning Mouthguard*) OR (*Jaw Alignment Mouthpiece*) OR (*Mandibular Orthopedic Repositioning Appliance*)] AND [(*Weight Lifting*) OR (*Surf*) OR (*Golf*) OR (*Fencing*) OR (*Gymnastic*)] AND [*Posture*].

De plus, la recherche électronique a été complétée par une recherche manuelle portant sur la bibliographie des articles initialement sélectionnés.

Il n'y a pas eu de date de recherche limite, il devait exister une traduction en anglais ou en français. La dernière recherche a été réalisée le 10/12/2020
Les recherches ont été menées par deux opérateurs indépendants.

3.2 Critères d'éligibilité

Les articles ont été sélectionnés selon les critères d'admissibilités suivants

Critères d'inclusion :

- Études évaluant les avantages ou inconvénients du port d'une gouttière de repositionnement mandibulaire
- Études prospectives
- Articles en anglais ou français
- Article disponible dans sa totalité

Critères d'exclusion :

- Rapports de cas

- Revues systématiques de la littérature
- Texte intégral non disponible en anglais ou français
- Études rétrospectives
- Articles n'incluant pas des mesures à propos des performances sportives

3.3 Sélection des articles

Suite à la recherche électronique les articles ont été évalués par deux lecteurs indépendants.
Une première sélection a été faite par titre puis après lecture des résumés.
Lorsqu'un résumé semblait prétendre à une inclusion, le texte de l'article a été soumis aux critères d'admissibilités.
La recherche électronique a été complétée par une recherche manuelle s'appuyant sur la bibliographie d'articles initialement sélectionnés. Cela a abouti à l'examen d'articles supplémentaires.

Avant de les inclure dans notre étude, les articles ont été sélectionnés grâce à leur titre puis, suite à une lecture de leur résumé. De cette façon plusieurs listes ont été réalisées :

→ Liste 0 : liste initiale obtenue grâce à l'équation de recherche
→ Liste 1 : liste correspondant à la sélection par le titre : celui-ci permettait de penser que l'article en question correspondant au thème de recherche. Et les articles issus de la recherche bibliographique manuelle.
→ Liste 2 : dans cette liste se trouvent les articles ont été retenus suite à la lecture de leur résumé, les articles sont éliminés grâce aux critères d'exclusion déterminés.
→ Liste 3 : articles issus de la liste 2 et articles issus de la recherche manuelle (bibliographie des articles de la liste deux et découverte fortuite)
→ Liste 4 : articles issus de la liste 3 après élimination suite à la lecture de l'article à l'aide de la grille de lecture.

3.4 Extraction des données et synthèse

Une grille de lecture a été utilisée pour extraire les données, puis les informations utiles ont été synthétisées sous forme de tableau.

Les données extraites systématiquement sont :

- Le nombre de patients inclus dans l'étude
- Le recueil d'un consentement éclairé
- Le type d'étude
- Le ou les types de DIB utilisées
- Critères analysés
- Différence significative obtenue ou non avec *p value*.

4. Résultats

Conformément aux critères de recherche, la recherche électronique a donné 875 résultats.

Une première évaluation basée sur la lecture des titres des articles a permis d'en éliminer 801.

La lecture des résumés a permis quant à elle de conserver 50 articles.

L'exploration de la bibliographie des articles sélectionnés a permis de trouver 7 nouveaux articles dont un seul a été intégré à notre revue.

La lecture des textes intégraux a exclu 7 articles de l'étude.

Finalement 26 articles ont été étudiés et décryptés par le tableau de lecture.

Les articles qui ont été exclus après lecture du résumé ou du texte intégral sont regroupés dans le tableau 1.

Les dates de publication des articles étudiés sont comprises entre juin 1983 et février 2020, tous les articles sont en anglais. Ces 26 articles sont répertoriés dans le tableau de lecture par ordre de publication.

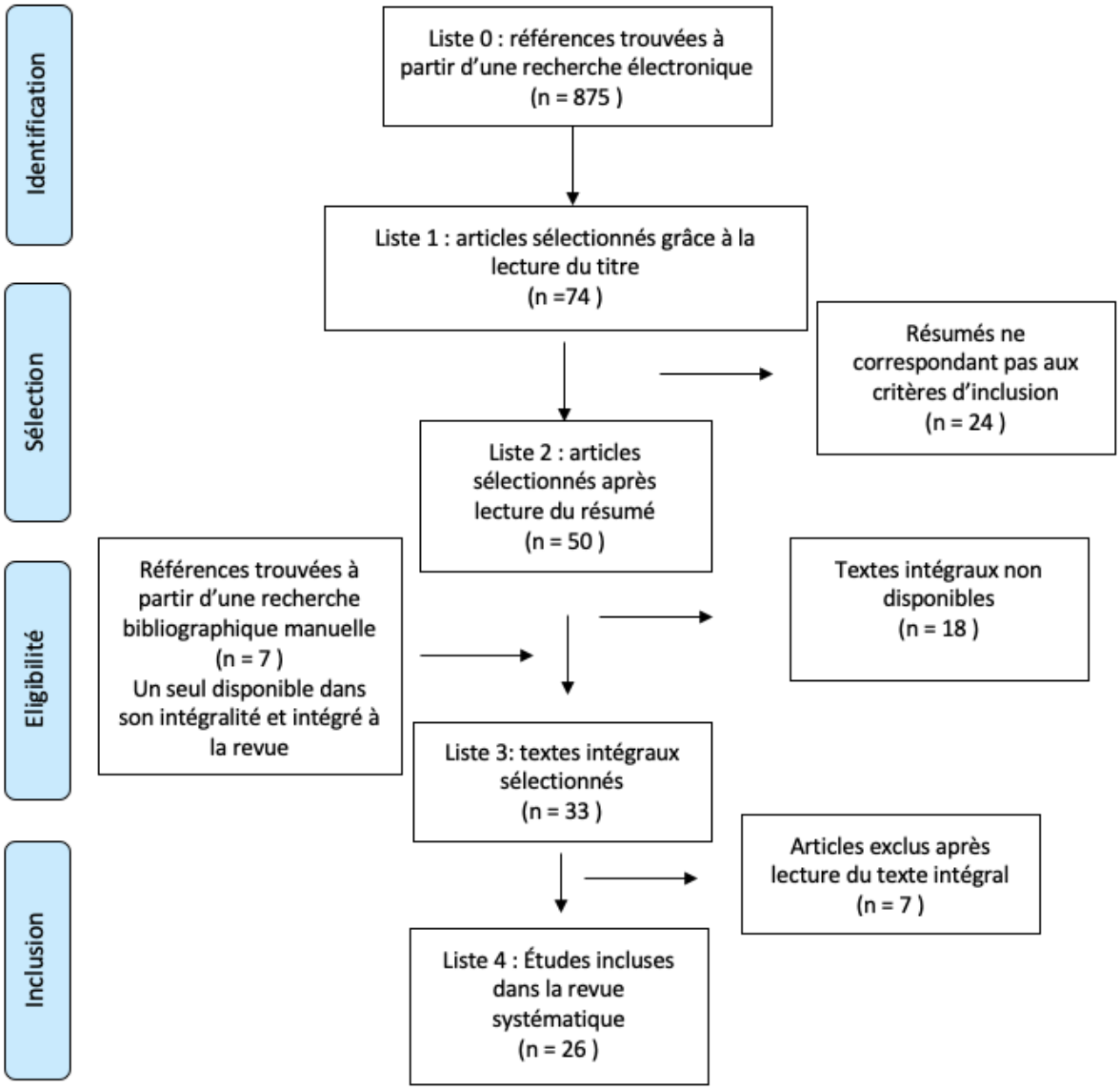

Figure 1 : Diagramme de flux PRISMA 2009.

Études exclues	Raison de l'exclusion
Kuligowski W et Pawlowski 1965	Protège dent à visée protectrice uniquement
Smith SD 1978	Étude sans notion de DIB
Kaufman RS 1980	Étude à propos de maux de tête
Garabee WF Jr 1981	Étude sans notion de DIB
Scimone FS 1981	Texte intégral indisponible
Kaufman RS et Kaufman A 1983	Étude exclue grâce à la revue de Gelb *et al.*1996.

Bates RF et Atkinson WB 1983	Étude exclue grâce à la revue de Gelb *et al*.1996.
Williams *et al*. 1983	Étude exclue grâce à la revue de Gelb *et al*.1996.
Allen ME *et al*. 1984	Apport d'une gouttière chez des patients présentant des malocclusions.
Verban *et a*l. 1984	Étude exclue grâce à la revue de Gelb *et al*.1996.
Chiodo GT et Rosenstein DI 1986	Texte intégral indisponible
Verban EM Jr 1987	Étude sans notion de performance
Francis KT et Brasher J, 1991	Pas de rapport avec la performance
Roettger M 1992	Pas de protocole d'étude
Witzig J 1992	Étude à propos de la hauteur verticale
Johnson DW et Parker B J, 1993	Protège dent à visée protectrice uniquement.
Evans BW et Potteiger J A, 1995	Étude de l'effet du protège-dents sur le métabolisme.
Gelb H *et al*. 1995	Relation posture et occlusion
Elkin M 1996	Texte intégral indisponible
Gelb H *et al*. 1996	Réévaluation relation posture et occlusion
Thomas DQ *et al*. 1998	Bandes nasales étudiées
Zhang N *et al*. 2001	Effets sur le muscle deltoïde
Delaney JS et Montgomery DL 2005	Effets sur la ventilation chez les joueurs de Hockey
Vastardis PD 2005	Pas de protocole d'étude
Knapik J *et al*. 2007	Revue systématique de la littérature
Von Arx T *et al*. 2008	Étude sans relation avec les performances sportives
Ebben WP *et al.* 2008	Effet de l'occlusion sur le saut vertical
Duarte-Pereira DM *et al*. 2008	Pas de mention de performance sportive
Balanoff WL 2009	Pas de mention de performance sportive
Garner DP et Miskimin J, 2009	Étude à propos du temps de réaction.
Roettger M 2009	Revue de la littérature
Belvedere PC 2011	Texte intégral indisponible

Gebauer *et al*. 2011	Pas de mention de performance
Garner DP *et al*. 2011	Étude à propos des échanges gazeux
Garner DP *et al.* 2011	Étude à propos du niveau de cortisol
Gage CC *et al*. 2015	Étude à propos de la dimension verticale
Narimatsu *et al*. 2015	Protège dent à visée protectrice uniquement
Garner DP 2015	Étude à propos des échanges gazeux
Piero M *et al*. 2015	Étude à propos des échanges gazeux
Gialain IO et *al*. 2016	Évaluation de la force exercée par une PIB sur l'émail et la dentine.
Gawlak *et al*. 2016	Effets d'un protège-dents sur le fonctionnement de la cavité orale.
Astashina *et al*. 2016	Effet d'un protège-dents sur mesure sur les muscles masticatoires.
Raquel G *et al*. 2017	Effet d'un protège-dents sur mesure sur les muscles masticatoires.
Lloyd JD *et al*. 2017	Protège dent à visée protectrice uniquement.
Parker K *et al*. 2017	Protège dent à visée protectrice uniquement.
Green MS *et al.* 2018	Pas de mention de performance
Schulze A *et al*. 2018	Effets cardiorespiratoires des protèges dents
Karaganeva R et *al*. 2019	A propos de la rétention du protège dent.
Feland J B *et al*. 2019	Effets cardiorespiratoires des protèges dents

Tableau 1 : Exclusion des études après lecture du résumé ou du texte intégral

4.1 Présentation des articles et population étudiée

Sur les 26 articles sélectionnés, deux ont été publiés dans les années 80. Le reste des publications débute à partir de 2005, avec au moins une publication par an depuis 2012.
La majorité des études, 13, proviennent des États-Unis et les autres études sont réparties mondialement.

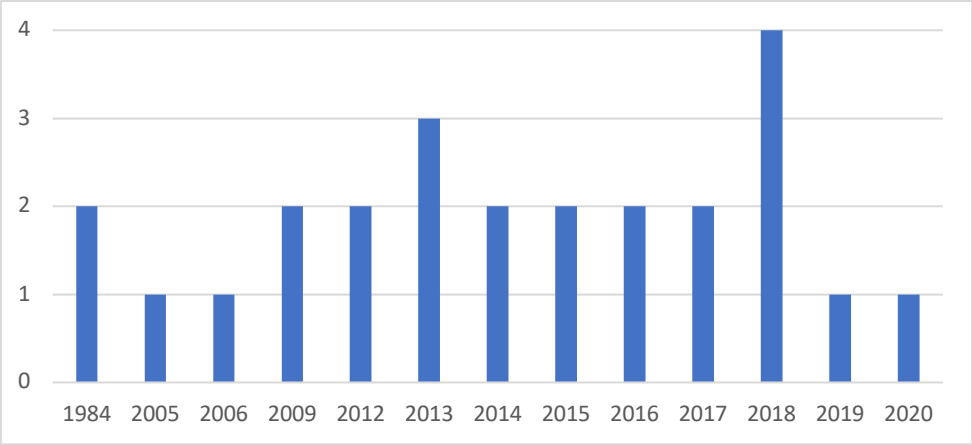

Figure 2 : Diagramme représentant le nombre de publication par année

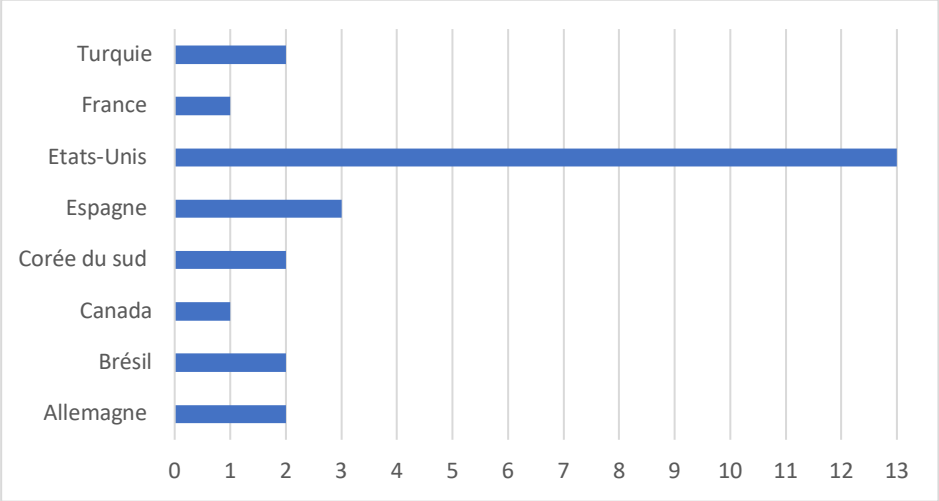

Figure 3 : Diagramme du nombre d'articles en fonction de leur pays d'origine

Les articles ont été publiés dans 11 journaux différents. Sur ces 11 journaux, deux ont un IF (Impact Factor) supérieur à 3,5 (*Medicine and Science in Sports and Exercise*, et *International Journal of Sports Physiology and Performance*) (40) (41). Trois journaux ont un IF supérieur à 2 (*Journal of American Dental Association*, *Journal of Strenght and Conditionning Resarch* et *Human Mouvement Science*) (42) (43). Le reste des journaux ont un IF compris entre 0,9 et 2 et un journal (*Compendium of Continuing Education in Dentistry*) a un IF à 0 (44).

Certains auteurs et journaux sont récurrents, c'est ce que l'on peut voir grâce à ce diagramme en **figure 4**.

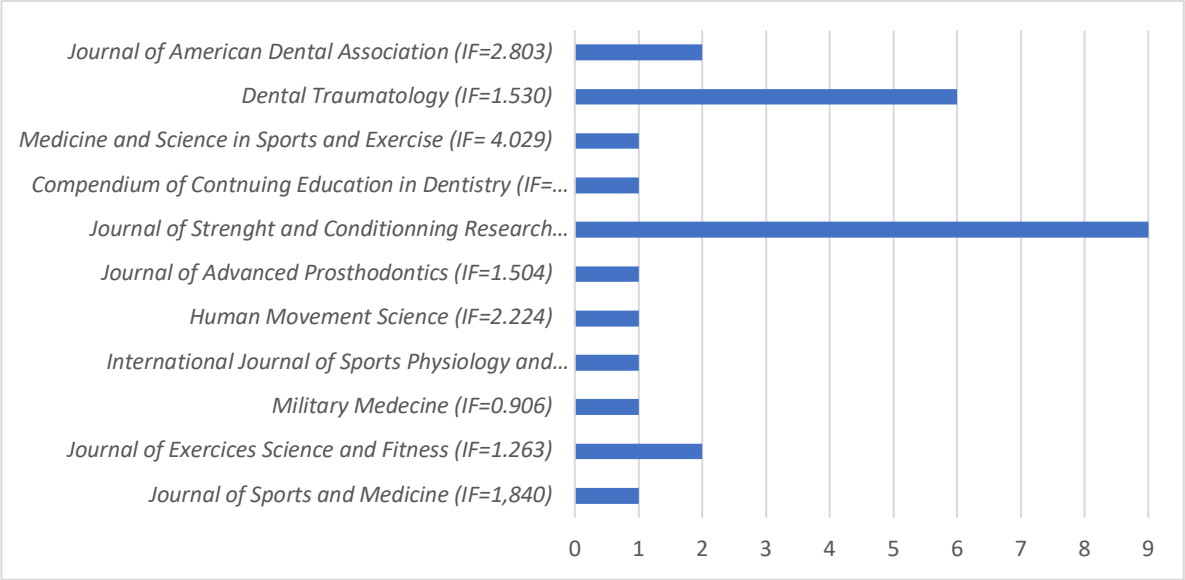

Figure 4 : Diagramme du nombre de publication par journal avec leur Impact Factor

Le nombre d'individus des populations étudiées ainsi que leurs sexes et âges dans les différents articles sont présentés en **figure 5**.

Le nombre d'individus inclus dans les articles est variable, allant de 8 dans l'étude de Pae *et al*. à 50 dans celle de Dunn-Lewis *et al*. . La moyenne d'âge varie entre 16 et 27 ans selon l'étude considérée, et 17 articles sur 26 ont une moyenne d'âge comprise entre 20 et 25 ans. Au total les hommes sont presque cinq fois plus représentés avec 440 sujets masculins contre 90 féminins. Seulement 7 études comprennent des femmes dont un seul avec uniquement des sujets féminins.

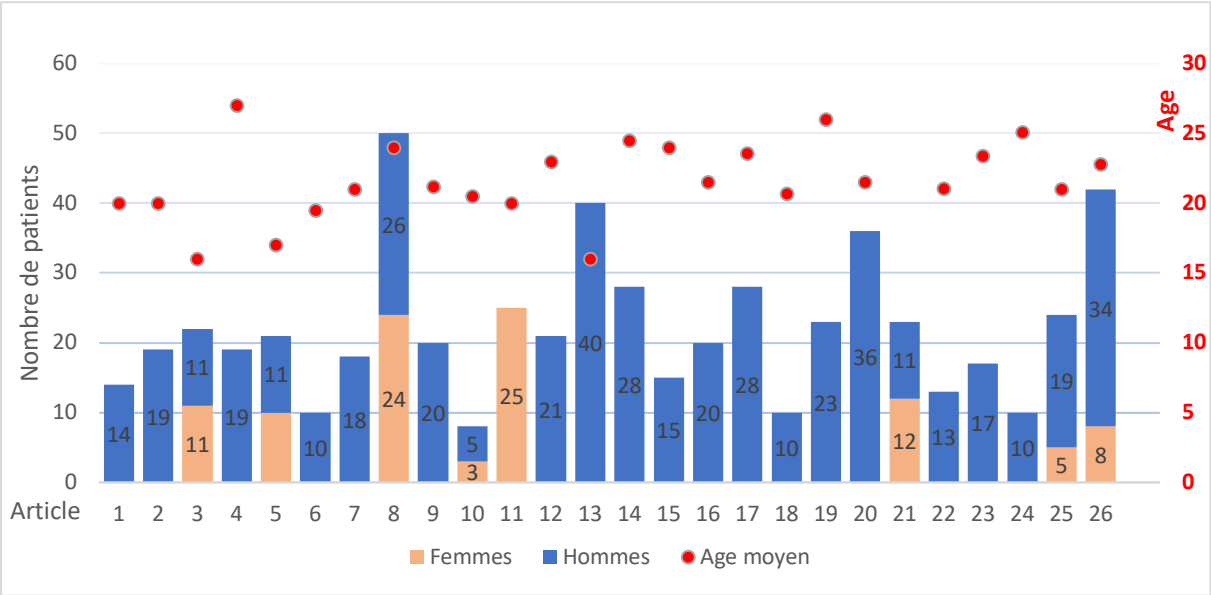

Figure 5 : Diagramme de la répartition en genre et en âge moyen des populations étudiées

4.2 Tableau de lecture

Les informations des articles ont été extraites selon la méthode déterminée dans la partie matériel et méthode. Le tableau de lecture est **en annexe**.

4.3 Objectifs des études : critères évalués et méthodes d'évaluation

Dans notre revue sont intégrées 26 études, avec un total de 84 tests réalisés. Ces 84 tests sont répartis dans 11 catégories (puissance musculaire, force musculaire, souplesse, course, agilité, temps de réaction, VO_2 max, posture, respiration, hémodynamique, golf).
Les publications s'intéressent à un ou plusieurs critères et peuvent utiliser une ou plusieurs méthode d'évaluation/test par critère.

Critère évalué, par catégorie	Méthode d'évaluation/Test
Puissance musculaire	→ Saut vertical sans mouvement des bras (*squat jump*) Évaluation de la capacité de saut et de la production de force explosive , puissance musculaire(22), le sujet est arrêté en position accroupie avant de sauter. Mesure de la hauteur en cm(31). → Saut vertical avec mouvement inverse des bras. Évaluation de la capacité de saut et de la production de force explosive, puissance musculaire (22) le sujet s'accroupit et saute sans pause en abaissant les bras. Mesure de la hauteur en cm (31). → Saut horizontal (*Broad jump test*). Le sujet est à l'arrêt et doit sauter le plus loin possible en avant sans tomber à la réception, mesure de la distance arrondie au cm(22). → *3-Stroke maximum power ergometer test,* la mesure est en Watt, le sujet fait le mouvement trois fois au maximum, une pause de 15 minute suit l'exercice (1).

	→ Tests anaérobie (mesure de la puissance musculaire) - Test anaérobie de Wingate (WAnT). Il mesure la puissance anaérobie du bas du corps, accepté dans les laboratoires du monde entier (32) (31). Le sujet se place sur un vélo, il pédale aussi vite que possible pendant 5 secondes jusqu'au début du test. Au début du test la charge de travail diminue instantanément et le sujet continue à pédaler rapidement pendant 30 secondes. Un ergomètre avec un frein électromagnétique recueille et affiche les données sur un ordinateur. - Le *Plyo Press Power Quotient* (3PQ) , consiste à sauter sur une presse à cuisse horizontale équipée d'une plaque de force (45).
Force musculaire	Ces différents tests ont pour but de mesurer la force musculaire (33). → Le développé couché (*Bench Press*) le sujet est allongé sur un banc et soulève une barre chargée de poids située au-dessus de sa tête (46). Le mouvement consiste à abaisser la barre jusqu'à toucher le torse puis remonter jusqu'à la position de départ. → Le soulevé de terre (*Deadlift*), consiste à lever puis reposer par terre une barre chargée. Au départ la barre repose sur le sol, elle doit être levée uniquement à la force des jambes et des fessiers sans modification de l'inclinaison du dos (33).

	→ La presse à cuisse, le sujet se place dans un siège incliné, pieds sur un chariot chargé de disques, et le repousse en tendant les jambes jusqu'au maximum avant de redescendre d'une manière contrôlée (33). Cetin *et al*. utilisent le dynamomètre isocinétique *Human Norm*® pour mesurer la force des ischio-jambiers (22) Allen *et al*. utilisent la *Jones Machine de Body craft Inc*. ® pour mesurer la force isométrique des bras (47).
Test de souplesse	Test de souplesse de la chaîne musculaire postérieure (*Sit and reach*). Sujet assis pieds à plat contre une caisse, genoux en extension complète. Puis flexion du tronc et bras étendus le plus loin possible pendant 3 secondes. La distance en cm atteinte par le bout des doigts est mesurée (34). D'après le test CFA (Centre de Formation d'Apprentis) pour animateur sportif de 2017.
Course à pied	→ Sprint en ligne droite (10 m, 20 m, 40 m) Sprint en ligne droite chronométré par des cellules photoélectriques. L'athlète est en position debout, à l'arrêt et fait un départ spontané sans élan. (Test CFA 2017). → Course de 1,5 miles (2,4 km)

	Simplement une course de 1,5 miles. Ce test permet d'estimer la capacité cardiorespiratoire du sujet. Le score obtenu est une simple estimation et non une mesure directe de l'aptitude cardio-respiratoire (48). Utilisation du *Woodway force 2.0 human powered treadmill* de *Woodway USA Inc*. pour évaluer l'endurance anaérobie dans l'étude de Zupan *et al*. (49).
Test d'agilité	→ *T-Test* : évaluation de la puissance des jambes, de la vitesse des jambes et de l'agilité (35). Le sujet doit relier quatre cônes, disposés en forme de T, en courant, la vitesse d'exécution est mesurée. → *3 Cone drill* (course avec changement de direction) C'est un test qui se réalise avec une course ou l'on change 5 fois de direction autour de 3 cônes (50). Le but est d'évaluer l'agilité de l'athlète, la mesure du temps de parcours est en seconde.
Temps de réaction (visuel)	Deux tests de temps de réaction différents. → Les sujets doivent appuyer sur un bouton avec la main de leur choix lorsqu'ils aperçoivent un signal visuel (trente au total) (36). → Cinq boutons lumineux au sol, les sujets doivent marcher sur un bouton lumineux lorsqu'il s'illumine, 20 secondes de durée de test (46).
Test de posture	→ Pour l'équilibre Deux méthodes pour deux études différentes

	- Golem et al. évaluent l'équilibre dynamique grâce à une plateforme de stabilité (*Model 16030 Stability Platform®* de *Lafayette Instrument Company*) qui bascule de gauche à droite, le sujet doit équilibrer cette plateforme en utilisant la force de ses jambes (37). Les mesures sont faites par la plateforme. - Dunn-Lewis et al. évaluent l'équilibre aussi grâce à une plateforme (*Advanced Mechanical Technology,Inc*) (46). Le sujet doit se tenir uniquement sur sa jambe faible et tenter de bouger le moins possible. Les mesures sont faites par la plateforme. - Le mSEBT est un exercice d'équilibre dynamique, en se tenant debout sur une jambe l'autre jambe effectue une série de mouvements. Une plateforme enregistre les informations (51) - Le SLL est un test qui permet d'évaluer le contrôle postural. Le sujet saute depuis une boite de 40 cm de hauteur et doit se stabiliser sur une seule jambe pendant 2 secondes, si il n'atteint pas les deux secondes il doit recommencer (51). → Un test pour l'évaluation du mouvement le *Functional Movement Screen* (*FMS*). C'est un test qui évalue 7 mouvements individuels (*Deep squat*, *hurdle step*, fente en ligne, mobilité des épaules, élévation active des jambes, pompes, stabilité du tronc et stabilité rotationelle) afin de donner un résultat sur le mouvement corporel global (52) .

VO_2 max	Limite supérieure de consommation d'oxygène pendant un exercice. C'est le taux maximal auquel un individu peut utiliser l'oxygène tout en respirant de l'air au niveau de la mer (21). → Le *Bruce treadmill protocol* a été utilisé pour évaluer la VO_2max (53). → Le *Astrand running protocol*, sur tapis roulant, a été utilisé pour évaluer la VO_2 max (54). → Le *Shuttle run* (course aller-retour). Ce test permet de déterminer la consommation maximale d'oxygène d'un individu (VO_2 max) (55). Le sujet doit parcourir une distance de 20m entre deux signaux sonores. La durée entre deux signaux sonores diminue progressivement. La vitesse initiale est de 8,5 km/h et augmente de 0,5 km/h par minute. Le sujet s'arrête lorsqu'il n'arrive pas à parcourir les 20 m avant le signal deux fois d'affilée. Le protocole a été décrit par Léger *et al*. en 1984 (56).
Tests respiratoires	→ Analyse du flux d'air oral : mesure des volumes d'air inspirés et expirés grâce à un masque disposé sur le nez et la bouche (57). → Largeur de la trachée : deux études mesurent la largeur de la trachée. - Garner et McDivitt en 2009 font passer deux scanners (*i-CAT 3D Dental Imaging System®*) avec et sans gouttière à chacun des participants à l'étude. Ils utilisent les images pour mesurer et comparer la largeur de la trachée(58).

	- Schutz Martins *et al*. utilisent un Cone Beam Computed Tomography (CBCT) (*Galileos Comfort Plus®* de *Sirona*) (54). Les sujets sont debout et le plan de Francfort est maintenu parallèle au sol. Les images prises avec et sans gouttière sont ensuite comparées.
Tests hémodynamiques	→ Saturation sanguine en O^2 : uniquement dans le protocole de Zupan *et al*. la saturation sanguine en oxygène est mesurée tous les quarts de miles (400m) grâce à l'appareil *Nellcor Oximax N-65® (Nellcor Inc.)* (49). → Rythme cardiaque : deux études intègrent le rythme cardiaque dans leur paramètres analysés - Zupan *et al*., le rythme cardiaque est mesuré tous les quarts de miles à l'aide du *Nellcor Oximax n-65® (Nellcor Inc.)* (49). - Keçeci *et al*. enregistrent le rythme cardiaque grâce au moniteur *Polar Electro Sportester®* (21). → Concentration en lactate sanguin : trois études intègrent la concentration en lactate sanguin - Garner et McDivitt en 2009 évaluent la concentration sur deux courses de 30 min sur tapis de course. Avec trois prélèvements, à 0, 15 et 30 min avec le *Accutrend Lactate Analyser ® de Sports Resource Group Inc.* (58).

	- Bailey *et al*. utilisent le *Nova Biomedical Lactate Plus Blood Lactate Measuring Meter*, le sang est prélevé par ponction au bout du doigt(59). - Hanson *et al*. mesurent la concentration en lactate autour d'un test de Wingate avec le *Accusport de Sport Resource Group Inc.* trois fois aussi. Avant le WAnT, à la fin du WAnT et cinq minutes après la fin du WAnt (60).
Golf : vitesse balle, vitesse tête de club, distance drive, précision putt.	En 2013 Pae *et al*. étudient des paramètres relatifs au golf (61). → La vitesse de la tête du club → La vitesse initiale de la balle → La distance du drive ont été mesurées par le *Golf Achiever II ®* de *Focaltron Co Ltd.* → La mesure de la précision du *putting* a été faite manuellement. Les sujets ont eu à *putter* à 5m du trou et c'est la mesure de la distance entre la balle et le trou en cm qui a été retenue.

Tableau 2 : Critère évalué et méthode d'évaluation

4.4 Présentation des résultats

Parmi les 26 études, 15 choisissent d'évaluer l'effet de gouttières sur mesure sur les performances sportives et 11 choisissent les gouttières du commerce à but ergogénique (fabriquées dans le but d'une amélioration des performances).

Parmi les 84 tests réalisés :

- 29 améliorations statistiquement significatives de la performance sportive comptabilisées (35%)
- 55 résultats de test sans différence statistiquement significative (65%)

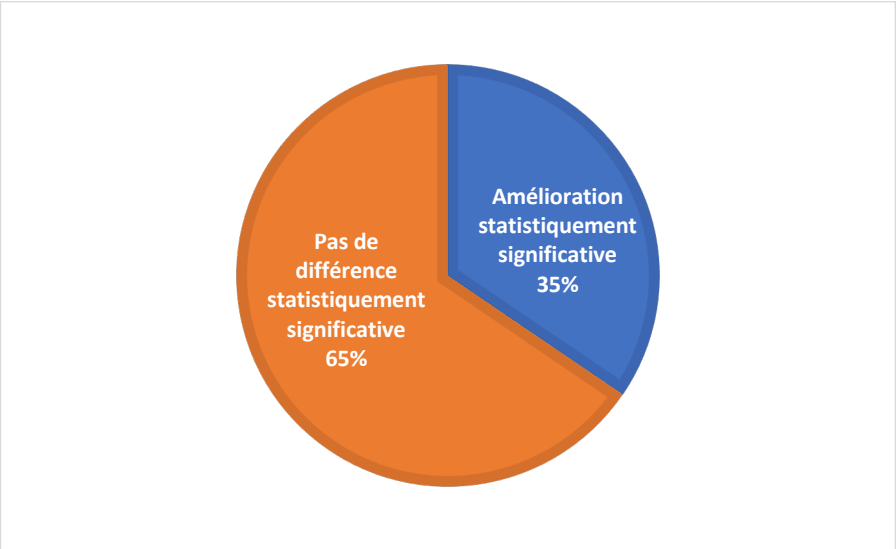

Figure 6 : Diagramme circulaire des résultats aux tests

Voici les résultats classés par catégorie.

Trois catégories se distinguent en termes de résultats positifs :

- la puissance musculaire avec 15 améliorations statistiquement significatives sur 25 tests.
- les paramètres respiratoires avec 4 améliorations statistiquement significatives sur 5 tests.
- les compétences au golf avec 2 améliorations statistiquement significatives sur 4 tests.

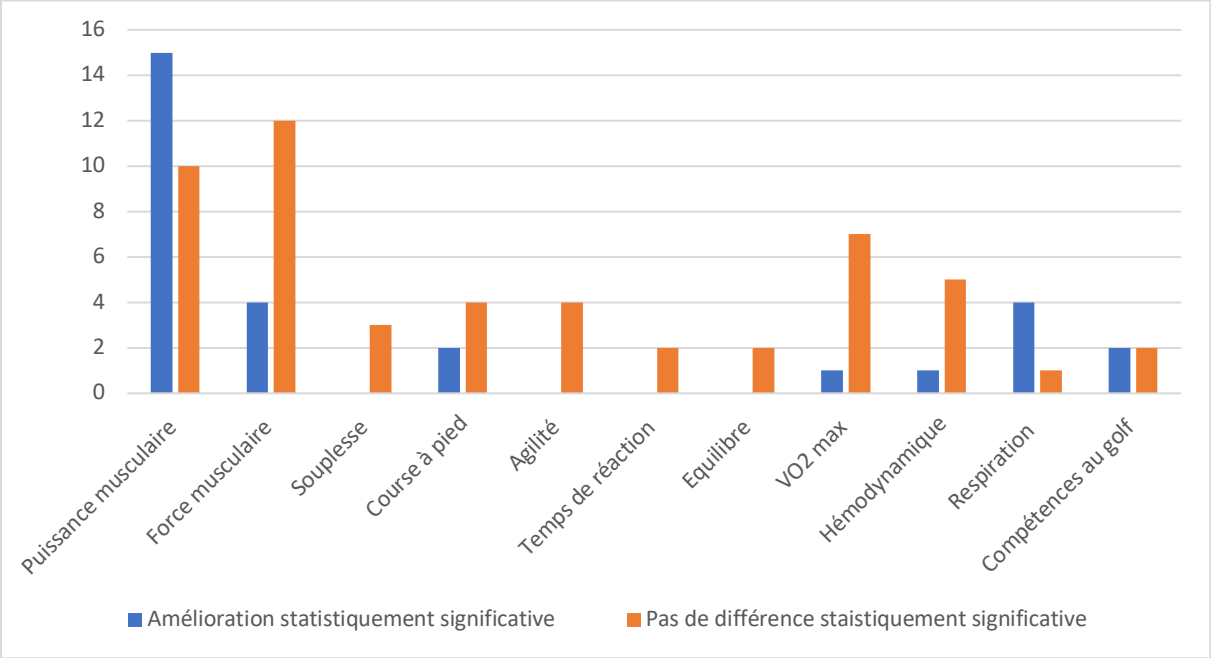

Figure 7 : Diagramme des résultats par catégorie

4.5 Résultats significatifs positifs

Parmi les quatorze articles qui présentent une amélioration :

- 9 utilisent des gouttières du commerce à but ergogénique (64%)
- 5 utilisent des gouttières sur mesure (36%)

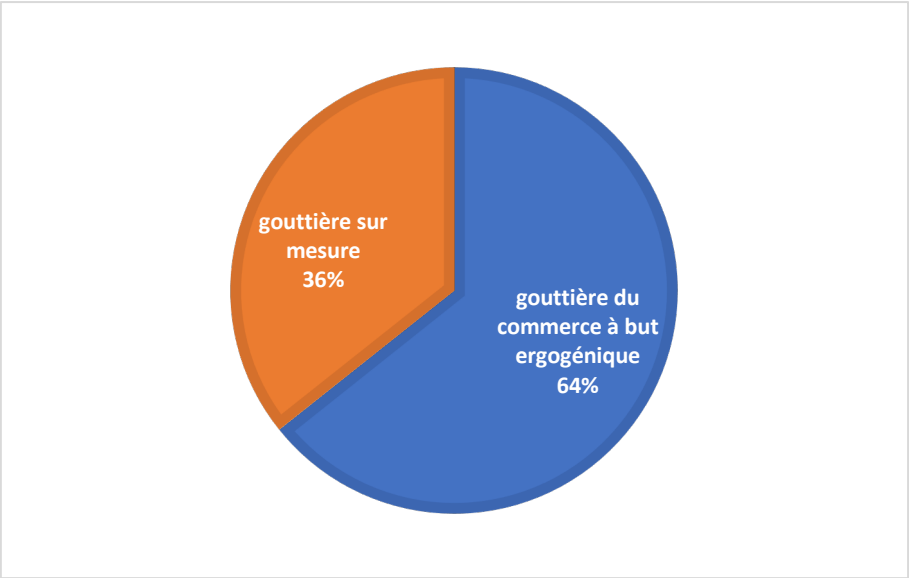

Figure 8 : Diagramme circulaire des articles avec amélioration statistiquement significative selon la conception de la gouttière

Il y a 29 critères qui présentent une amélioration statistiquement significative :

- 18 avec des gouttières du commerce à but ergogénique (62%)
- 11 avec des gouttières sur mesure (38%)

Figure 9 : Diagramme circulaire des tests avec amélioration statistiquement significative selon la conception de la gouttière

Voici la liste des résultats statistiquement significatifs positifs obtenus avec **gouttière du commerce à but ergogénique**, classés par ordre chronologique de publication.

→ Garner et McDivitt en 2009 obtiennent une augmentation de la largeur de la trachée (p=0,029) significative avec la gouttière *EDGE* de *BiteTech Inc*. (58).

→ Dunn-Lewis *et al*. 2012 utilisent la gouttière *Power balance Performance*®. Trois critères sont statistiquement significativement améliorés :

- le développé couché (force musculaire) (p<0,05)
- le saut vertical sans mouvement inverse des bras (puissance musculaire) (p<0,05)
- le *3PQ* qui évalue la puissance musculaire anaérobie (p<0,05) (46).

→ Duddy *et al*. 2012 obtiennent une amélioration significative (p=0,03) de la puissance musculaire (*3-stroke maximum power ergometer*) avec la gouttière *O-Flow Max Under Armour*® (1).

→ Bailey *et al*. 2015 utilisent la gouttière *Nike Adult Intake Convertible Mouthguard*®. Deux critères sont améliorés :

- avec une diminution des lactates sanguins (p<0,05)

- le saut vertical sans mouvement des bras (p=0,03) (puissance musculaire) (59).

→ Dans l'étude de Busca *et al*., 2016 avec la gouttière *Cleverbite*®. Trois critères sont statistiquement significativement améliorés :

- la force de préhension (p<0,05)
- le saut avec mouvement inverse des bras en puissance et hauteur (p<0,05) (57).

→ Allen *et al*., 2018 utilisent *ArmourBite*®. Ici deux améliorations statistiquement significatives :

- le saut avec mouvement inverse des bras (p<0,001) (puissance musculaire)
- la force maximale isométrique (p<0,001) (47).

→ En 2018 Zupan et ses collaborateurs utilisent *PX3 Bite Regulator*®. Deux critères sont statistiquement significativement améliorés :

- la puissance anaérobie est augmentée (p=0,05) avec le test de *Woodway Force 2.0*
- le temps de parcours de 1,5 miles est plus court (p<0,05) (49).

→ Buscà *et al*. 2018, utilisent à nouveau le *Cleverbite*®. Ils trouvent une amélioration statistiquement significative du saut vertical sans mouvement des bras (p=0,027), donc une plus grande puissance musculaire (62).

→ Schulze *et al*. 2019, utilisent le *Nike Adult Max Intake*® et obtiennent une augmentation statistiquement significative de l'apport en oxygène combiné à une diminution de 5 à 7% du volume global ventilé (p=0,038) (63).

Ci-dessous, la liste des résultats statistiquement significatifs positifs obtenus avec **gouttières sur mesure**, classés par ordre de publication de la plus ancienne à la plus récente.

→ Cetin *et al*. 2009 obtiennent une amélioration statistiquement significative pour deux critères :

- Le *WAnT* est amélioré sur la puissance maximale (p=0,013) et sur la puissance moyenne (p=0,024)
- la force isocinétique des ischio-jambiers (p=0,19) donc la force musculaire (22).

→ Jung *et al*.2013 avec une gouttière sur mesure antérieure partielle de canine à canine. Ce type de gouttière montre une amélioration statistiquement significative de la puissance des muscles fléchisseurs gauche du genoux (38).

→ Pae *et al*. 2013, obtiennent une augmentation statistiquement significative de :

- la vitesse de la tête du club (p=0,035)

- la longueur du drive (p=0,029) (61).

→Pour Morales *et al*.2015 les deux critères étudiés sont statistiquement significativement améliorés :

- le *WAnT* (p<0,05)
- le flux d'air oral augmenté (p<0,05) (57).

→ Schultz Martins *et al*. 2020 mettent en évidence quatre améliorations statistiquement significatives avec une différence significative fixée à $p \leq 0,01$:

- élargissement de la trachée de 10% (p=0,004)
- augmentation du flux d'air oral sur une minute (p=0,006)
- augmentation de la VO_2 max (p=0,003)
- diminution du temps de parcours sur un sprint de 40 m (p=0,001) (54).

4.6 Résultats ne présentant pas de différence significative

Parmi les 26 études il existe 12 articles pour lesquels tous les tests n'aboutissent à aucune différence significative. Il est à noter que 20 articles présentent au moins un paramètre sans différence significative. Donc 8 articles sont contrastés avec des résultats statistiquement significatifs ou non statistiquement significatifs.

Les 8 articles qui présentent des **résultats contrastés**.

→ Cetin *et al*. 2009 n'obtiennent aucune différence statistiquement significative pour plusieurs critères étudiés :

- le temps de sprint sur 20 m (p=0,798)
- le saut vertical (p=0,715)
- la force de préhension (p=0,981)
- la force isométrique des muscles des jambes (p=0,352)
- la force isométrique des muscles du dos (p=0,443) (22).

→ Duddy *et al*. 2012 n'obtiennent pas de différence statistiquement significative pour :

- le test ergométrique d'une minute (p=0,08)
- le test de la course de 1600m (p=0,37) (1).

→ Dunn Lewis *et al*. 2012 n'obtiennent pas d'amélioration statistiquement significative pour les femmes du test pour le *3PQ* . Également aucune différence significative pour :

- la hauteur du saut vertical (p>0,05)
- le temps de réaction (p>0,05)

- le sprint de 10 m (p>0,05)
- le test *Sit and Reach* (p>0,05)
- l'équilibre médio-latéral (p>0,05) (46).

→ Jung *et al*. 2013 n'obtiennent aucune différence significative (pas de *p value* communiquée) avec l'utilisation de gouttières complètes pour :

- le test d'habileté musculaire isocinétique
- le *WAnT* (38).

→ Bailey *et al*. 2015 n'obtiennent aucune différence statistiquement significative pour :

- le saut horizontal (p>0,05)
- la course de 40m (p>0,05)
- le *3cones drill* (p>0,05)
- le *Shuttle Run* (p>0,05) (59).

→ Zupan *et al*. 2018 n'obtiennent pas de différence statistiquement significative pour :

- le test de flexibilité (p>0,05)
- la fréquence cardiaque (p>0,05)
- la saturation en oxygène (p>0,05)
- le développé couché (p>0,05) (49).

→ Buscà *et al* 2018 n'obtiennent pas d'amélioration statistiquement significative pour :

- le *T-test* (p=0,111)
- le test de développé couché (p>0,05)
- le test de presse à cuisse (p>0,05) (64).

→ Schultz Martins *et al*. 2020 n'obtiennent pas de différence statistiquement significative(fixée à p<0,001) pour le saut vertical (p=0,03) (54).

Les 12 articles qui ne présentent que des **<u>résultats statistiquement non significatifs</u>**.

→ Yates *et al*. 1984 n'obtiennent aucune différence significative (pas de *p value* communiquée) pour les trois situations étudiées :

- soulevé de terre (*deadlift*)
- *Two-Arm Pull*
- mouvement isocinétique (3)

→ Schubert *et al*. 1984 n'obtiennent aucune différence significative pour le test d'agilité (*T-test*) (p>0,25) (4).

→ Keçeci *et al*. 2005 n'obtiennent aucune différence significative pour :

- la mesure du rythme cardiaque (p=0,910)
- la mesure de la VO_2 max (p=0,846 (65).

→ Bourdin *et al*. 2006 n'obtiennent aucune différence significative sur les critères analysés :

- flux d'air oral (p>0,05)
- VO_2 max (p>0,05)
- force musculaire (p>0,05)
- vitesse musculaire (p>0,05)
- temps de réaction (p>0,05) (36).

→ Queiroz *et al*. 2013 n'obtiennent pas de différence significative pour les critères testés :

- VO_2 max (*Cooper Test*) (p>0,05)
- courses aller-retour (*Shuttle Run*) (p>0,05) (66).

→ Allen *et al*. 2014 n'obtiennent pas de différence significative pour les deux critères étudiés :

- le saut vertical avec mouvement inverse des bras (p=0,131)
- le développé couché (p=0,459) (67).

→ Collares *et al*. 2014 n'obtiennent aucune différence significative dans la mesure de la VO_2 max (p= 0,93) (68).

→ Golem *et al*. 2015 n'obtiennent aucune différence significative sur les critères analysés :

- puissance musculaire (p=0,78)
- force musculaire (p=0,47)
- équilibre dynamique (p=0,99)
- agilité *(p*=0,22) (37).

→ Drum *et al*. 2016 n'obtiennent aucune différence significative pour tous les critères étudiés :

- *Bruce Treadmill Protocol*
- temps de réaction
- *Sit and Reach*
- saut vertical
- développé couché avec une *p value* comprise entre 0,23 et 0,94 (11).

→ Cotter *et al*. 2017 ne parviennent pas à montrer de différence significative sur trois critères

- le FMS (p>0,05)
- le mSEBT (p>0,05)
- le SLL (p>0,05)

→ Fisher *et al*. 2017 n'obtiennent aucune différence significative pour le WAnT (p= 0,228) (39).

→ Hanson *et al*.2018, n'obtiennent aucune différence significative pour :

- le WAnT (p=0,656)
- la concentration en lactate sanguin (p=0,087) (60).

4.7 Différentes disciplines évaluées

Parmi les 26 articles sélectionnés, 9 articles incluent des sportifs actifs avec une fréquence de deux à trois entraînements par semaine. Il existe 6 protocoles incluant des sportifs universitaires non spécifiques. Au niveau universitaire encore, 3 études regroupent des équipes de football américain, une équipe d'aviron et un article avec des golfeurs. Seuls 2 protocoles ont étudié l'effet sur des pratiquants professionnels de taekwondo, 2 études sur des basketteurs professionnels. Enfin 2 études avec des footballeurs dont l'une regroupe uniquement des joueurs de moins de 17 ans.
Au fur et à mesure des études, les protège-dents sur mesure laissent place aux gouttières de repositionnement sur mesure ou bien gouttières de repositionnement du commerce. Le rôle protecteur est conservé, la partie repositionnement et recherche d'amélioration des performances est perfectionnée.

Cette diversité de sélection par rapport au domaine d'activité des sujets inclus dans les études rend difficile les comparaisons. De même, les méthodes protocoles utilisés et les résultats obtenus sont nombreux et variés.

5. Discussion

Notre objectif principal était de déterminer quel protocole permet d'étudier la variation des performances sportives.
Les résultats obtenus montrent beaucoup de disparités en fonction des différents tests réalisés.
Une évaluation complète de la performance physique d'un athlète est compliquée. Chaque sport requiert des compétences particulières. De plus, de multiples sports d'équipes regroupent plusieurs postes de joueurs avec des exigences différentes pour les chacun des postes occupés (exemple avec le gardien de but et les joueurs de champ au football). Il est donc évident que certains tests choisis pour un athlète peuvent ne pas être appropriés pour ses coéquipiers ou pour un athlète pratiquant un autre sport.

Dans notre revue sont intégrées 26 études, avec un total de 84 tests réalisés. Ces 84 tests sont répartis dans 11 catégories (puissance musculaire, force musculaire, souplesse, course, agilité, temps de réaction, VO_2 max, posture, respiration, hémodynamique, golf).
Chaque catégorie évalue des critères précis qui participent en partie à la performance par le biais de tests. Dans chaque article, certains tests ne sont utilisés qu'une seule fois et d'autres le sont à multiple reprises. La méthode de réalisation de ces tests est propre à chaque étude. En outre, chaque article ne se limite pas forcément à l'étude d'une seule catégorie puisque certains en étudient plusieurs.

5.1 Réflexion à propos de la méthode

→ **Les études menées**

Les 26 articles de notre revue de la littérature ont été publiés dans 11 journaux, dont 5 ont un IF supérieur à 2, dont un supérieur à 4. Le fait que ces journaux acceptent de publier ces articles prouve que ce sujet d'étude suscite un réel intérêt.

A propos des études en elles même, il s'agit uniquement d'études de cohorte, qui sont des études prospectives. Si l'on se réfère au tableau de grade des recommandations de l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES) **en annexe**, les articles inclus dans cette revue ont des niveaux de preuve de niveau 2. Cela correspond à un grade B de recommandation, donc à de la présomption scientifique (69). Cela prouve l'intérêt de ces recherches.

→ **La population étudiée**

Concernant la population étudiée, le nombre de sujet inclus dans les études est variable (de 8 à 50) et la répartition des sexes est inégale (472 hommes pour 98 femmes). Seule la moyenne d'âge donne des chiffres homogènes. Ces différents éléments ne permettent pas de conclure sur la population cible (sportifs susceptibles d'utiliser un DIP) mais uniquement sur la population étudiée dans ces articles.

→ **Les DIP testés**

Parmi les 26 études, 15 choisissent d'évaluer l'effet de gouttières sur mesure sur les performances sportives.
Les techniques de réalisations de ces gouttières sont variées. En effet, les gouttières sont réalisées par des laboratoires ou directement des chirurgiens-dentistes grâce à des empreintes réalisées au cabinet. Les techniques d'empreintes varient en fonction de l'étude, avec des empreintes obtenues grâce à des matériaux d'impression tels que l'alginate ou bien des empreintes numériques à l'aide de caméras optiques intra-buccales.
Certains auteurs avancent que l'utilisation d'un système d'empreinte optique précis permet d'optimiser l'ajustement des gouttières et d'augmenter le confort lorsque les sujets serrent les dents, cela pourrait être à l'origine de meilleurs résultats lors des tests (20). D'autres préfèrent l'utilisation des méthodes traditionnelles d'empreintes physiques.
Cette diversité technique et d'opérateur entraine le biais de réalisation (faisant partie des biais de classement).
De plus, la gouttière sur mesure elle-même ne peut pas être la même pour tous les sujets car il s'agit à chaque fois d'un dispositif unique.

La conception des gouttières à but ergogénique issues du commerce varie également en fonction de la marque. Cependant si l'on choisit une marque en particulier il est alors possible d'obtenir des gouttières identiques. Mais c'est alors le processus d'adaptation au sujet de la gouttière qui peut différer.
En 2009 c'est Garner et McDivitt qui ont mené la première étude sur une gouttière du commerce à but ergogénique (58). En 2012 Dunn-Lewis *et al*. réalisaient une seconde étude sur ce type de gouttière et obtiennent des résultats encourageants (24). Ces auteurs ont déploré que les études soient pour la plupart centrées sur des gouttières sur mesure onéreuses et peu accessibles pour la population générale. Leurs études, prometteuses, inspirent d'autres auteurs, en effet nous avons dans cette revue 11 études portant sur des gouttières à but ergogénique en vente libre entre 2009 et 2019 avec des résultats encourageants car 9 d'entre elles présentent dans leurs résultats au moins un paramètre significativement amélioré.
Les résultats obtenus sont globalement meilleurs qu'avec les gouttières sur mesure classiques. La conception industrielle de ces gouttières permet de s'affranchir du biais de réalisation évoqué plus haut. Cependant ce biais de réalisation apparait aussi lorsque l'on compare les résultats de deux études qui utilisent des gouttières de ce types mais provenant de marques différentes et ayant donc des caractéristiques potentiellement différentes.

→ **<u>Les méthodes d'évaluations</u>**

Chaque étude utilise un protocole précis et justifié afin de mener à bien les tests sélectionnés et d'obtenir des résultats valides. Nous allons évoquer les méthodes d'évaluation utilisées dans les études de notre revue, méthodes décrites dans le **tableau 2** de la partie matériel et méthodes.

Nous allons explorer les différentes méthodes d'évaluation. Entre parenthèse, il est indiqué le nombre de tests réalisé par catégorie parmi les 84 tests totaux.

Méthode d'évaluation de la puissance musculaire (25/84 tests).
La puissance anaérobie est testée 8 fois dans l'ensemble des articles.
-Le test anaérobie le plus utilisé est celui de Wingate, à 5 reprise, ce test est pratiqué dans les laboratoires du monde entier et il est validé par la communauté scientifique, c'est un test de référence. Ce test apporte une mesure de la puissance musculaire anaérobie lors de l'effort intense (70).
-Le *3PQ* est aussi un test qui évalue la puissance anaérobie, l'étude de Ferley et Vukovich en 2019 conclut que le test *3PQ* fournit une évaluation fiable de la capacité anaérobie et de la puissance musculaire. Ce test mesure l'appui sur une seule jambe, il permet donc une comparaison facile entre le côté droit et le côté gauche du sujet (45).
-Le saut vertical sans mouvement des bras et le saut avec mouvement inverse des bras, lorsqu'ils sont mesurés avec un tapis de contact connecté à un chronomètre numérique, sont les tests les plus fiables et les plus valides pour l'estimation de la puissance d'exploitation des membres inférieurs (71).
-Le saut horizontal (*Broad Jump*) peut être utilisé pour mesurer la puissance anaérobie, cela peut être une solution de substitution lorsque l'ergomètre de test anaérobie de Wingate est indisponible (72).
-Le *3-Stroke Maximum Power Ergometer Test* dans l'étude de Duddy *et al*. consiste à mesurer, grâce à un ergomètre, la puissance fournie lors de trois coups au maximum des capacités du sujet (1). Pas d'autres mentions de ce test dans la littérature.

Méthode d'évaluation de la force musculaire (16/84 tests).
Une revue de de Grgic *et al*. 2020 arrive à la conclusion que le test d'une répétition maximale (1RM) présente généralement une fiabilité bonne à excellente. Indépendamment de l'expérience de l'entrainement en résistance, du nombre de séances de familiarisation, du choix

de l'exercice, de la partie du corps évaluée (haut ou bas du corps), du sexe ou de l'âge des participants. Les chercheurs et les praticiens peuvent donc utiliser le test 1RM comme un test fiable de la force musculaire (73).
Cette revue de la littérature permet de valider l'utilisation des tests 1RM pour les études incluses dans notre revue. Les différents tests de force musculaire ainsi validés sont le développé couché (*bench press*) (74), le soulevé de terre (*Dead lift*), la presse à cuisse (*Leg Press*).

Méthode d'évaluation de la souplesse (3/84 tests).
Le test *Sit and Reach*, c'est un test validé pour la mesure de la flexibilité des ischios-jambiers, en revanche il ne permet pas de mesurer l'amplitude du mouvement de flexion du bas du dos (75).

Méthode d'évaluation des tests de course (5/84 tests).
-Les tests de *sprint* linéaire sur différentes distances (5 à 40m) peuvent être utilisés pour déterminer l'accélération et la vitesse maximale (76).
-La course de 1,5 mile, parmi les tests de course (hors *sprint*), semble être la meilleure option des tests de terrain basés sur la distance. Les tests plus longs pourraient représenter un surcroît de temps et d'efforts inutiles. Les tests plus courts ont donné de moins bons résultats en termes de validité (48).

Méthodes d'évaluation de l'agilité (4/84 tests).
Il n'y a pas de gold standard pour l'évaluation de l'agilité (50)
-Le *T-test*, course avec changement de direction, possède une validité et une fiabilité de mise en place élevée, il est souvent utilisé dans le football (76).
-Le *3-Cone Drill* permet d'évaluer de façon fiable la vitesse de changement de direction et l'agilité dans une population (50).
Dans ces deux tests c'est une diminution du temps de parcours qui est considérée comme étant positive.

Méthode d'évaluation du temps de réaction visuel (2/84 tests).
Le temps de réaction visuel est mesuré de deux façons différentes.
-D'une part, les sujets doivent appuyer sur un bouton avec la main lorsqu'ils aperçoivent un signal lumineux (36).

-D'autre part, les sujets doivent marcher sur un bouton lumineux parmi cinq, placés au sol, lorsque celui-ci s'allume aléatoirement (11). Il n'y a pas de mention de ces tests en particulier dans la littérature.

Méthode d'évaluation de la posture (5/84tests).

Tests d'équilibre

-Avec le *model 16030 Stability Platform Lafayette instrument*® le but est d'équilibrer une plateforme qui peut basculer de gauche à droite (37).

-Avec le dispositif *Advanced Mechanichal Technology*® le sujet doit se tenir sur sa jambe faible uniquement et tenter de bouger le moins possible(46).

Dans les deux cas les mesures sont faites par la plateforme et ce sont ces mesures qui permettent de juger de la différence significative ou non des conditions testées. Il n'y a pas d'article dans la littérature validant les dispositifs de mesure utilisés ici.

-Le mSEBT est utilisé pour mesurer l'équilibre dynamique, doté d'une bonne fiabilité scientifique(77).

-Le SLL permet d'évaluer le contrôle postural, une étude de Troester et al. évalue sa fiabilité comme étant acceptable scientifiquement (78).

Test de mouvement

Le FMS est un test qui évalue le mouvement dans sa globalité, ce sont 7 tests individuels qui donnent un résultat global, ce test est validé scientifiquement par une étude de Teyhen *et al*. (52)

Méthode d'évaluation de la VO_2 max (8/84 tests).

Dans l'article de Keçeci *et al*. (65) le test de course aller-retour de 20m a été utilisé pour mesurer la VO_2 max, ce test en course aller-retour a été validé par Léger et Gadoury en 1989 dans le journal canadien des sciences du sport comme étant un test valide pour prédire la VO_2 max chez les adultes (79).

Le *Bruce treadmill protocol*, test d'effort sur tapis roulant est le test d'effort le plus largement utilisé dans les population de tous âges, il n'est pas optimal pour les personnes âgées car les demandes de VO_2 sont élevées dans les premières minutes d'exercice (80). Les sujets de nos études étant jeunes, ce test est adapté pour l'évaluation de la VO_2 max.

Le test de sprint navette répété (*shuttle run*) possède un haut degré de validité et de fiabilité (76).

Différents paramètres physiologiques sont mesurés (6/84tests).

-Le rythme cardiaque est analysé dans deux études grâce au dispositifs d'enregistrement *Nellcor Oximax n-65* ® (49) et au moniteur Polar Electro Sportester® (65). Le résultat est considéré positif si le rythme cardiaque est inférieur pendant l'effort avec le dispositif intra-buccal.

-La saturation en oxygène dans le sang est mesurée dans une seule étude grâce au *Nellcor Oximax N-65®* et le résultat est considéré positif lorsque la saturation est moindre lors du port du dispositif intra-buccal (49)

-La concentration en lactate sanguin est mesurée dans trois études avec trois dispositifs différents, le *Accutrend Lactate Analyser*®(58), le *Nova Biomedical Lactate Plus Blood Lactate Measuring Meter*® (59) et le *Accusport*® (60). Le résultat est considéré positif lorsque cette concentration diminue à l'effort lors du port du dispositif intra-buccal.

Méthode d'évaluation des paramètres de respiration (5/84tests).

-Le flux d'air oral est analysé avec des mesures des quantités d'air inspirées et expirées à l'aide d'un masque disposé sur le nez et la bouche (57). Le résultat est positif si il y a une augmentation du flux.

-La largeur de la trachée. Deux études utilisent des images obtenues à l'aide d'un scanner pour mesurer la largeur de la trachée avec et sans dispositif en bouche (54) (58). Les mesures sont comparées et le résultat est considéré comme positif lorsque la trachée est plus large avec le port de la gouttière.

Méthode d'évaluation des performances reliées au golf (4/84tests).

Un dispositif, le *Golf Achiever II*® a permis de mesurer :

-la vitesse de la tête du club de golf

-la vitesse initiale de la balle

-la distance du *drive*.

Les résultats sont positifs si l'enregistrement de ces éléments montre une augmentation lors du port du dispositif.

-La mesure de la précision du *putting* a été faite avec une mesure de la distance séparant la balle du trou lors d'une série de *putt*. Ici le résultat est positif s'il y a une diminution de la valeur avec une gouttière en bouche (61).

→ **<u>Les biais méthodologiques</u>**

- Des biais sont liés à la diversité des tests

Parmi les 11 grandes catégories évoquées, les tests visant à évaluer un même paramètre/critère de jugement peuvent être multiples.

Et lorsque deux études utilisent le même test, par exemple le WAnT, il y a, là aussi, des différences. Par exemple dans une étude de Morales *et al*. en 2015 des techniques de relaxation ont été réalisées préalablement au test. Ces pratiques ont pu améliorer l'adaptation de l'embout buccal utilisé pour ce type de test et donc favoriser l'amélioration des performances (57). Dans certaines études les sujets sont tenus de serrer la mâchoire lors des tests ce qui potentialise les effets de la gouttière de repositionnement (20).

- Des biais sont liés à la diversité des sports

Selon le sport pratiqué, il est plus ou moins possible de se concentrer pour serrer les dents. Avec des exemples comme l'haltérophilie, le golf, la gymnastique, le sportif peut réussir à serrer les dents durant tout le geste qu'il effectue et dans ce cas-là il peut bénéficier de l'effet supposé de la gouttière. Dans des sports d'équipe avec l'exemple du basketball, les actions de jeu sont des enchaînements de mouvements adaptés en permanence en fonction du déroulement du jeu, il est plus difficile de se concentrer alors pour serrer les dents et ainsi bénéficier de l'apport en performance annoncé dans les articles qui obtiennent des résultats positifs (81).

- Obtenir des étude en simple ou double aveugle est difficile

Il est difficile malgré les efforts de rendre aveugles les participants aux différentes gouttières. Du fait de leur conception, les gouttières de repositionnement sont différentes des protège-dents classiques et donc repérables par les sujets (60).

Certains auteurs précisent même explicitement que, à leur avis, un protocole en double aveugle n'est pas possible (22).

Pour attester de cette difficulté, il y a parmi les 26 articles, seulement 4 études sont réalisées en simple aveugle (59) (11) (37) (61). Et 2 sont des études en double aveugle, celle de Fisher *et al*. en 2017 (39) et celle de Cotter *et al.* aussi en 2017 (51).

- Le biais des survivants concerne certaines études

Le biais des survivants peut être présent. Les perceptions antérieures des protège-dents que les sujets ont déjà utilisés peuvent affecter leur performances aux tests (18). Aussi, les sportifs de haut niveau sont habitués à essayer des dispositifs nouveaux. Ces sportifs peuvent donc profiter d'une adaptation plus rapide à un dispositif intra-buccal par rapport à un sujet qui pratique le sport comme un loisir.

- Dans la revue, nous rencontrons le biais de confusion avec le possible effet placebo

Dans le cas particulier de l'article à propos des performances au golf, l'effet placebo peut être important, il s'agit d'un sport ou le mental prend une place importante, et le fait de porter une gouttière dans le cadre d'une étude peut modifier la concentration (61). Les études de Yates *et al*. 1984 (3) et de Schubert *et al.* 1984 (4) sont les seules à utiliser un placebo de MORA afin de ne tenter d'influencer le moins possible les participants.

- Des biais d'inclusion sont possibles avec certains protocoles

Dans certaines études de la revue un critère d'inclusion était l'absence de pathologies ou dysfonction de l'ATM. Les patients édentés n'étaient pas intégrés dans les tests. On peut supposer que la plupart des sujets présentent une occlusion équilibrée ou bien uniquement un faible déséquilibre. La gouttière de repositionnement améliore la position de la mandibule donc influe sur la position des condyles mais aussi permet de s'affranchir des déséquilibres occlusaux car les dents mandibulaires et maxillaires ne sont plus en contact.

Il serait intéressant d'inclure dans de prochaines études des sujets présentant des troubles de l'ATM ou bien des occlusions déséquilibrées afin de mettre en évidence une éventuelle amélioration qui pourrait être plus nette que celle observée chez les sujets des études de cette revue de la littérature.

5.2 Réflexion à propos des résultats

Les résultats sont issus de tests très disparates, leur comparaison n'est pas aisée du fait de l'utilisation de protocoles différents, de la sélection des sujets appartenant à des disciplines sportives variées et pratiquant ces disciplines à des niveaux inégaux.

Ces résultats, même lorsqu'ils concernent le même critère de jugement, sont issus de tests différents. Dans le cas où le test est le même pour un critère de jugement en particulier, le protocole en amont du test peut différer.

Tous ces éléments font que la comparabilité des résultats est faible.

Globalement, un peu moins de 35% des tests (29 sur 84) aboutissent à une amélioration statistiquement significative du critère de jugement concerné.
Trois domaines (parmi les 11 évoqués) obtiennent au moins 50% d'amélioration significative :

- la puissance musculaire, avec 25 tests effectués et 15 améliorations significatives rapportées, cela représente 60%
- la largeur de la trachée augmente systématiquement avec une augmentation significative pour 2 tests sur 2 (100%)
- les résultats des tests dans le domaine du golf sont également significativement augmentés pour 2 d'entre eux sur 4 (vitesse de la tête du club et distance du coup de driver, 50%).

Les 8 autres domaines ont moins de 50% de résultats significativement positifs.
Il est admis par tous les auteurs des articles de cette revue que l'utilisation des protèges dents ne provoque aucun effet négatif sur les performances des athlètes (27) (22) (51).

En comparaison avec la nôtre, dans la revue de Gelb *et al*. en 1996, les DIB utilisés sont toujours fabriqués sur mesure. Dans cette revue, la première étude évoquée est celle de Smith SD (82) qui met l'accent sur l'ATM et la musculature associée, elle n'a pas été incluse dans notre revue car il n'y a pas de rapport avec la performance sportive.
Dans la revue sont identifiés 4 études à propos de performances avec des résultats (83)(84)(85)(86). Ces études obtiennent des résultats encourageant, avec une amélioration de la puissance musculaire notée par les auteurs. Cependant les méthodes de ces revue sont ensuite critiquées et qualifiées par Gelb *et al.* d'invalides scientifiquement car elles n'incluent pas d'analyse statistique des données. Ainsi nous avons choisi de ne pas inclure ces 4 études dans notre revue.
Gelb *et al*. encouragent alors les scientifiques et les praticiens à travailler de concert afin de produire des études valides.
Les résultats, bien que non statistiquement significatifs, allaient dans le sens d'une possible amélioration de la puissance musculaire, ce qui correspond aux résultats de notre revue.
Cependant le constat est le même aujourd'hui, les protocoles d'études se doivent d'être uniformisés et validés scientifiquement afin de tenter d'obtenir un consensus scientifique.

Il est délicat de déterminer avec justesse quel protocole permet d'étudier la variation des performances sportives. Les tests réalisés apportent des éclairages sur des critères tels que la

puissance musculaire, la force musculaire, la posture, l'agilité etc. Une amélioration de l'un de ces critères seul ne permet pas d'extrapoler et de conclure sur une éventuelle variation de la performance sportive.
Dans cette étude les protocoles utilisés sont nombreux et différents, ils ne sont pas comparable car un même paramètre est analysé par plusieurs tests aux protocoles distincts. Cela empêche la réalisation d'une méta-analyse.
Selon les études de notre revue, le port d'une DIB à une influence sur certains critères, la modification de ces critères peut modifier la performance sportive globale sans consensus scientifique réel.

Un protocole commun aux prochaines études lancées sur le sujet permettrait d'obtenir des résultats comparables et valides.
Certains tests, notamment ceux portant sur la puissance musculaire, sur les paramètres liés à la respiration (largeur de la trachée, flux d'air oral) ainsi que sur les performances au golf, obtiennent des résultats positifs. C'est alors peut être dans ces domaines que l'on pourrait orienter les protocoles de recherche à l'avenir.
L'utilisation de tests reproductibles dans différents laboratoires permettrait d'obtenir des résultats comparables entre eux.
Des applications dans des sports de lancer ou de frappe comme le baseball et le golf, ou des disciplines comme l'haltérophilie et la gymnastique pourraient être étudiées plus largement.
Le fait de savoir que des avantages peuvent exister peut encourager de jeunes athlètes qui n'ont jamais considéré les protèges dents autrement que comme des moyens de protection à utiliser des DIB ergogéniques (24) (19).

CONCLUSION

La grande diversité de protocoles utilisés dans les articles de cette revue systématique nous empêche de comparer les résultats de façon valide. Il apparaît que l'influence du port d'une gouttière de repositionnement dépend largement des critères observés.

L'indication du port d'une gouttière à but ergogénique nécessite des études complémentaires, et plus particulièrement les études à propos de la puissance musculaire et des échanges gazeux.

Il n'existe qu'une seule étude sur le golf, et aucune étude concernant les sports tels que le baseball et ses dérivés ou encore l'haltérophilie. Des études dans ces domaines peuvent être intéressantes.

La majorité des études ont utilisé des gouttières réalisées sur mesure, alors que depuis 2009 les études qui s'intéressent à des gouttières de repositionnement adaptables issues du commerce ont des résultats prometteurs. L'utilisation de ces gouttières de repositionnement du commerce permet de s'affranchir de la différence de conception qu'il y a entre deux gouttières sur mesure.

A l'heure actuelle les études ne permettent pas de conclure sur une amélioration des performances sportives dans leur globalité. Mais elles nous permettent de mettre en évidence certains domaines prometteurs à explorer avantage.

BIBLIOGRAPHIE

1. Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: a controlled-randomized trial. Dent Traumatol. août 2012;28(4):263-7.
2. Stenger JM. Physiologic dentistry with Notre Dame athletes. Basal Facts. 1977;2(1):8-18.
3. Yates JW, Koen TJ, Semenick DM, Kuftinec MM. Effect of a mandibular orthopedic repositioning appliance on muscular strength. J Am Dent Assoc. mars 1984;108(3):331-3.
4. Schubert MM, Guttu RL, Hunter LH, Hall R, Thomas R. Changes in shoulder and leg strength in athletes wearing mandibular orthopedic repositioning appliances. J Am Dent Assoc. mars 1984;108(3):334-7.
5. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Burtscher M. Dental occlusion and body balance: A question of environmental constraints? J Oral Rehabil. avr 2019;46(4):388-97.
6. Tardieu C, Dumitrescu M, Giraudeau A, Blanc J-L, Cheynet F, Borel L. Dental occlusion and postural control in adults. Neurosci Lett. 30 janv 2009;450(2):221-4.
7. Julià-Sánchez S, Álvarez-Herms J, Cirer-Sastre R, Corbi F, Burtscher M. The Influence of Dental Occlusion on Dynamic Balance and Muscular Tone. Front Physiol. 2019;10:1626.
8. Kaufman A, Kaufman RS. Effects of the MORA on members of a football team. Quintessence Int Dent Dig. juin 1983;14(6):677-81.
9. Golem DL, Arent SM. Effects of over-the-counter jaw-repositioning mouth guards on dynamic balance, flexibility, agility, strength, and power in college-aged male athletes. J Strength Cond Res. févr 2015;29(2):500-12.
10. Pae A, Yoo R-K, Noh K, Paek J, Kwon K-R. The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers. Dent Traumatol. févr 2013;29(1):47-51.
11. Drum SN, Swisher AM, Buchanan CA, Donath L. Effects of a Custom Bite-Aligning Mouthguard on Performance in College Football Players. J Strength Cond Res. mai 2016;30(5):1409-15.
12. Garner DP, Dudgeon WD, McDivitt EJ. The effects of mouthpiece use on cortisol levels during an intense bout of resistance exercise. J Strength Cond Res. oct 2011;25(10):2866-71.
13. Poisson P. Protège-dents (protection intra-buccale) pour activités sportives. Société

Française des Acteurs de la Santé Publique Bucco-Dentaire (ASPBD); 2007 oct p. 31. Report No.: prEN 15712: 2007.
14. ADA Council on Access, Prevention and Interprofessional Relations, ADA Council on Scientific Affairs. Using mouthguards to reduce the incidence and severity of sports-related oral injuries. J Am Dent Assoc. déc 2006;137(12):1712-20; quiz 1731.
15. Frontera RR, Zanin L, Ambrosano GMB, Flório FM. Orofacial trauma in Brazilian basketball players and level of information concerning trauma and mouthguards. Dent Traumatol. juin 2011;27(3):208-16.
16. Kracher CM. Concepts actuels en dentisterie préventive [Internet]. 2009 [cité 20 avr 2021]. Disponible sur: https://www.dentalcare.ca/fr-ca/formation-professionnelle/cours-de-formation-continue-en-soins-dentaires/ce334/statistiques
17. Andrade RA, Evans PLS, Almeida ALS, da Silva J de JR, Guedes AML, Guedes FR, et al. Prevalence of dental trauma in Pan American games athletes. Dent Traumatol. juin 2010;26(3):248-53.
18. Hanson NJ, Lothian DD, Miller CL, Michael TJ, Miller MG. Over-the-counter performance enhancing mouthguards are unable to decrease blood lactate and improve power output during a Wingate anaerobic test (WAnT). J Exerc Sci Fit. déc 2018;16(3):83-6.
19. Bailey SP, Willauer TJ, Balilionis G, Wilson LE, Salley JT, Bailey EK, et al. Effects of an over-the-counter vented mouthguard on cardiorespiratory responses to exercise and physical agility. J Strength Cond Res. mars 2015;29(3):678-84.
20. Buscà B, Morales J, Solana-Tramunt M, Miró A, García M. Effects of Jaw Clenching While Wearing a Customized Bite-Aligning Mouthpiece on Strength in Healthy Young Men. J Strength Cond Res. avr 2016;30(4):1102-10.
21. Keçeci AD, Cetin C, Eroglu E, Baydar ML. Do custom-made mouth guards have negative effects on aerobic performance capacity of athletes? Dent Traumatol. oct 2005;21(5):276-80.
22. Cetin C, Keçeci AD, Erdoğan A, Baydar ML. Influence of custom-made mouth guards on strength, speed and anaerobic performance of taekwondo athletes. Dent Traumatol. juin 2009;25(3):272-6.
23. Bourdin M, Brunet-Patru I, Hager P-E, Allard Y, Hager J-P, Lacour J-R, et al. Influence of maxillary mouthguards on physiological parameters. Med Sci Sports Exerc. août 2006;38(8):1500-4.
24. Dunn-Lewis C, Luk H-Y, Comstock BA, Szivak TK, Hooper DR, Kupchak BR, et al. The effects of a customized over-the-counter mouth guard on neuromuscular force and power production in trained men and women. J Strength Cond Res. avr 2012;26(4):1085-93.
25. Jung J-K, Chae W-S, Lee K-B. Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power. J Adv Prosthodont. nov 2013;5(4):388-95.
26. Drum SN, Swisher AM, Buchanan CA, Donath L. Effects of a Custom Bite-Aligning Mouthguard on Performance in College Football Players. J Strength Cond Res. mai 2016;30(5):1409-15.
27. Duddy FA, Weissman J, Lee RA, Paranjpe A, Johnson JD, Cohenca N. Influence of different types of mouthguards on strength and performance of collegiate athletes: a controlled-randomized trial. Dent Traumatol. août 2012;28(4):263-7.
28. Gelb H, Mehta NR, Forgione AG. Relationship of muscular strength to jaw posture in sports dentistry. N Y State Dent J. nov 1995;61(9):58-66.
29. Gelb H, Mehta NR, Forgione AG. The relationship between jaw posture and muscular strength in sports dentistry: a reappraisal. Cranio. oct 1996;14(4):320-5.
30. Roettger M. Performance enhancement and oral appliances. Compend Contin Educ Dent. août 2009;30 Spec No 2:4-8.

31. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1983;50(2):273-82.
32. Coppin E, Heath EM, Bressel E, Wagner DR. Wingate anaerobic test reference values for male power athletes. Int J Sports Physiol Perform. sept 2012;7(3):232-6.
33. Seo D, Kim E, Fahs CA, Rossow L, Young K, Ferguson SL, et al. Reliability of the One-Repetition Maximum Test Based on Muscle Group and Gender. J Sports Sci Med. 1 juin 2012;11(2):221-5.
34. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciana J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. J Sports Sci Med. janv 2014;13(1):1-14.
35. Pauole K, Madole K, Garhammer J, Lacourse M, Rozenek R. Reliability and Validity of the T-Test as a Measure of Agility, Leg Power, and Leg Speed in College-Aged Men and Women. J Strength Cond Res. nov 2000;14(4):443-50.
36. Bourdin M, Brunet-Patru I, Hager P-E, Allard Y, Hager J-P, Lacour J-R, et al. Influence of maxillary mouthguards on physiological parameters. Med Sci Sports Exerc. août 2006;38(8):1500-4.
37. Golem DL, Arent SM. Effects of over-the-counter jaw-repositioning mouth guards on dynamic balance, flexibility, agility, strength, and power in college-aged male athletes. J Strength Cond Res. févr 2015;29(2):500-12.
38. Jung J-K, Chae W-S, Lee K-B. Analysis of the characteristics of mouthguards that affect isokinetic muscular ability and anaerobic power. J Adv Prosthodont. nov 2013;5(4):388-95.
39. Fischer H, Weber D, Beneke R. No Improvement in Sprint Performance With a Neuromuscular Fitted Dental Splint. Int J Sports Physiol Perform. mars 2017;12(3):414-7.
40. Medicine And Science In Sports And Exercise Impact Factor [Internet]. SCI Journal. [cité 14 juin 2021]. Disponible sur: https://www.scijournal.org/impact-factor-of-med-sci-sport-exer.shtml
41. International Journal of Sports Physiology and Performance Impact Factor [Internet]. SCI Journal. [cité 14 juin 2021]. Disponible sur: https://www.scijournal.org/impact-factor-of-int-j-sport-physiol.shtml
42. Türp J. The Impact Factor 2019 - Dentistry. Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift. 25 nov 2020;2:206-13.
43. Human Movement Science Impact Factor [Internet]. SCI Journal. [cité 14 juin 2021]. Disponible sur: https://www.scijournal.org/impact-factor-of-hum-movement-sci.shtml
44. N.J. : 1995) C of continuing education in dentistry (Jamesburg. Compendium of continuing education in dentistry (Jamesburg, N.J. : 1995) Journal Impact IF 2020-2021 | Analysis, Trend, Ranking & Prediction [Internet]. Academic Accelerator. [cité 14 juin 2021]. Disponible sur: /Impact-Factor-IF/Compendium-of-continuing-education-in-dentistry-Jamesburg-NJ--1995
45. Ferley DD, Vukovich MD. Assessing the Reliability of Using a Horizontal Leg Press Equipped With a Force Plate to Report on Measures of Positive and Negative Neuromuscular Characteristics. J Strength Cond Res. févr 2019;33(2):360-71.
46. Dunn-Lewis C, Luk H-Y, Comstock BA, Szivak TK, Hooper DR, Kupchak BR, et al. The effects of a customized over-the-counter mouth guard on neuromuscular force and power production in trained men and women. J Strength Cond Res. avr 2012;26(4):1085-93.
47. Allen CR, Fu Y-C, Cazas-Moreno V, Valliant MW, Gdovin JR, Williams CC, et al. Effects of Jaw Clenching and Jaw Alignment Mouthpiece Use on Force Production During Vertical Jump and Isometric Clean Pull. J Strength Cond Res. janv 2018;32(1):237-43.
48. Mayorga-Vega D, Bocanegra-Parrilla R, Ornelas M, Viciana J. Criterion-Related Validity of the Distance- and Time-Based Walk/Run Field Tests for Estimating

Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One [Internet]. 17 mars 2016 [cité 7 avr 2021];11(3). Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4795745/
49. Zupan MF, Bullinger DL, Buffington B, Koch C, Parker S, Fragleasso S, et al. Physiological Effects of Wearing Athletic Mouth Pieces While Performing Various Exercises. Mil Med. 1 mars 2018;183(suppl_1):510-5.
50. Langley JG, Chetlin RD. Test Re-Test Reliability of Four Versions of the 3-Cone Test in Non-Athletic Men. J Sports Sci Med. mars 2017;16(1):44-52.
51. Cotter JA, Jamison ST, Schloemer SA, Chaudhari AMW. Do Neuromuscular Dentistry-Designed Mouthguards Enhance Dynamic Movement Ability in Competitive Athletes? J Strength Cond Res. juin 2017;31(6):1627-35.
52. Teyhen DS, Shaffer SW, Lorenson CL, Halfpap JP, Donofry DF, Walker MJ, et al. The Functional Movement Screen: a reliability study. J Orthop Sports Phys Ther. juin 2012;42(6):530-40.
53. Hamlin MJ, Draper Nick, Blackwell G, Shearman JP, Kimber NE. Determination of Maximal Oxygen Uptake Using the Bruce or a Novel Athlete-Led Protocol in a Mixed Population. J Hum Kinet. 3 avr 2012;31:97-104.
54. Schultz Martins R, Girouard P, Elliott E, Mekary S. Physiological Responses of a Jaw-Repositioning Custom-Made Mouthguard on Airway and Their Effects on Athletic Performance. J Strength Cond Res. févr 2020;34(2):422-9.
55. Mayorga-Vega D, Aguilar-Soto P, Viciana J. Criterion-Related Validity of the 20-M Shuttle Run Test for Estimating Cardiorespiratory Fitness: A Meta-Analysis. J Sports Sci Med. 11 août 2015;14(3):536-47.
56. Léger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. [Aerobic capacity of 6 to 17-year-old Quebecois--20 meter shuttle run test with 1 minute stages]. Can J Appl Sport Sci. juin 1984;9(2):64-9.
57. Morales J, Buscà B, Solana-Tramunt M, Miró A. Acute effects of jaw clenching using a customized mouthguard on anaerobic ability and ventilatory flows. Hum Mov Sci. déc 2015;44:270-6.
58. Garner DP, McDivitt E. Effects of mouthpiece use on airway openings and lactate levels in healthy college males. Compend Contin Educ Dent. août 2009;30 Spec No 2:9-13.
59. Bailey SP, Willauer TJ, Balilionis G, Wilson LE, Salley JT, Bailey EK, et al. Effects of an over-the-counter vented mouthguard on cardiorespiratory responses to exercise and physical agility. J Strength Cond Res. mars 2015;29(3):678-84.
60. Hanson NJ, Lothian DD, Miller CL, Michael TJ, Miller MG. Over-the-counter performance enhancing mouthguards are unable to decrease blood lactate and improve power output during a Wingate anaerobic test (WAnT). J Exerc Sci Fit. déc 2018;16(3):83-6.
61. Pae A, Yoo R-K, Noh K, Paek J, Kwon K-R. The effects of mouthguards on the athletic ability of professional golfers. Dent Traumatol. févr 2013;29(1):47-51.
62. Buscà B, Morales J, Solana-Tramunt M, Miró A, García M. Effects of Jaw Clenching While Wearing a Customized Bite-Aligning Mouthpiece on Strength in Healthy Young Men. J Strength Cond Res. avr 2016;30(4):1102-10.
63. Schulze A, Kwast S, Busse M. Effects of a Vented Mouthguard on Performance and Ventilation in a Basketball Field Setting. J Sports Sci Med. juin 2019;18(2):384-5.
64. Buscà B, Moreno-Doutres D, Peña J, Morales J, Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J. Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in male high-standard basketball players. J Exerc Sci Fit. avr 2018;16(1):5-11.
65. Keçeci AD, Cetin C, Eroglu E, Baydar ML. Do custom-made mouth guards have negative effects on aerobic performance capacity of athletes? Dent Traumatol. oct 2005;21(5):276-80.

66. Queiróz AFVR, de Brito RB, Ramacciato JC, Motta RHL, Flório FM. Influence of mouthguards on the physical performance of soccer players. Dent Traumatol. déc 2013;29(6):450-4.
67. Allen CR, Dabbs NC, Zachary CS, Garner JC. The acute effect of a commercial bite-aligning mouthpiece on strength and power in recreationally trained men. J Strength Cond Res. févr 2014;28(2):499-503.
68. Collares K, Correa MB, Mohnsam da Silva IC, Hallal PC, Demarco FF. Effect of wearing mouthguards on the physical performance of soccer and futsal players: a randomized cross-over study. Dent Traumatol. févr 2014;30(1):55-9.
69. Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES). Acta Endosc. avr 1998;28(2):151-5.
70. Bar-Or O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. Sports Med. déc 1987;4(6):381-94.
71. Markovic G, Dizdar D, Jukic I, Cardinale M. RELIABILITY AND FACTORIAL VALIDITY OF SQUAT AND COUNTERMOVEMENT JUMP TESTS. J Strength Cond Res. :6.
72. Krishnan A, Sharma D, Bhatt M, Dixit A, Pradeep P. Comparison between Standing Broad Jump test and Wingate test for assessing lower limb anaerobic power in elite sportsmen. Med J Armed Forces India. avr 2017;73(2):140-5.
73. Grgic J, Lazinica B, Schoenfeld BJ, Pedisic Z. Test-Retest Reliability of the One-Repetition Maximum (1RM) Strength Assessment: a Systematic Review. Sports Med Open. 17 juill 2020;6(1):31.
74. McCurdy K, Langford G, Jenkerson D, Doscher M. The validity and reliability of the 1RM bench press using chain-loaded resistance. J Strength Cond Res. mai 2008;22(3):678-83.
75. Liemohn W, Sharpe GL, Wasserman JF. Criterion Related Validity of the Sit-and-Reach Test. J Strength Cond Res. mai 1994;8(2):91-4.
76. Altmann S, Ringhof S, Neumann R, Woll A, Rumpf MC. Validity and reliability of speed tests used in soccer: A systematic review. PLoS One [Internet]. 14 août 2019 [cité 19 mai 2021];14(8). Disponible sur: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6693781/
77. van Lieshout R, Reijneveld EAE, van den Berg SM, Haerkens GM, Koenders NH, de Leeuw AJ, et al. REPRODUCIBILITY OF THE MODIFIED STAR EXCURSION BALANCE TEST COMPOSITE AND SPECIFIC REACH DIRECTION SCORES. Int J Sports Phys Ther. juin 2016;11(3):356-65.
78. Troester JC, Jasmin JG, Duffield R. Reliability of Single-Leg Balance and Landing Tests in Rugby Union; Prospect of Using Postural Control to Monitor Fatigue. J Sports Sci Med. juin 2018;17(2):174-80.
79. L L, C G. Validity of the 20 m shuttle run test with 1 min stages to predict VO2max in adults. Can J Sport Sci. 1 mars 1989;14(1):21-6.
80. Hagberg JM. Exercise assessment of arthritic and elderly individuals. Baillieres Clin Rheumatol. févr 1994;8(1):29-52.
81. Buscà B, Moreno-Doutres D, Peña J, Morales J, Solana-Tramunt M, Aguilera-Castells J. Effects of jaw clenching wearing customized mouthguards on agility, power and vertical jump in male high-standard basketball players. J Exerc Sci Fit. avr 2018;16(1):5-11.
82. Smith SD. Muscular strength correlated to jaw posture and the temporomandibular joint. N Y State Dent J. sept 1978;44(7):278-85.
83. Kaufman A, Kaufman RS. Effects of the MORA on members of a football team. Quintessence Int Dent Dig. juin 1983;14(6):677-81.
84. Bates RE, Atkinson WB. The effects of maxillary MORA's on strength and muscle efficiency tests. J Craniomandibular Pract. nov 1983;1(4):37-42.
85. Williams MO, Chaconas SJ, Bader P. The effect of mandibular position on appendage

muscle strength. J Prosthet Dent. avr 1983;49(4):560-7.
86. Verban EM, Groppel JL, Pfautsch EW, Ramseyer GC. The effects of mandibular orthopedic repositioning appliance on shoulder strength. J Craniomandibular Pract. août 1984;2(3):232-7.
eul

ANNEXES

→ Tableau de grade des recommandations de l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES)

NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE FOURNI PAR LA LITTERATURE	GRADE DES RECOMMANDATIONS
Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de forte puissance – Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - Analyse de décision basée sur des études bien menées	**A** Preuve scientifique établie
Niveau 2 - Essais comparatifs randomisés de faible puissance - Études comparatives non randomisées bien menées - Études de cohorte	**B** Présomption scientifique
Niveau 3 - Études cas-témoin	**C**
Niveau 4 - Études comparatives comportant des biais importants - Études rétrospectives - Séries de cas - Études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)	Faible niveau de preuve scientifique

→ Fiche conseil PIB de l'UFSBD

ufsbd

Votre dentiste complice de votre sourire

FICHE CONSEIL

LE PROTÉGE-DENTS OU PROTECTION INTRA-BUCCALE

Vous-même, ou votre enfant, pratiquez un sport de combat ou de contact, en tant qu'amateur ou compétiteur, LE PROTEGE-DENTS ou Protection intra-buccale doit faire partie de votre équipement !
Ces dispositifs de protection sont indispensables lors de la pratique de toutes les disciplines où le contact physique, ou des chocs violents, sont possibles, soit dans tous les sports de combat et de contact.

Le port du protège-dents est-il obligatoire ou simplement recommandé ?[1]

Son port est obligatoire dans les disciplines sportives suivantes :

- La boxe
- Le taekwondo,
- Le hockey sur glace
- Le football américain

Et il est recommandé pour :

- Tous les arts martiaux
- Le basketball
- Le handball
- Le volleyball
- Le rugby
- Le cyclisme
- Le football
- La gymnastique
- L'haltérophilie
- La lutte
- Le skateboard
- Le hockey sur gazon, le rink-hockey
- Le squash
- Les sports équestres
- Et le waterpolo.

...ou dès qu'il y a risque de coups de tête, coude, genou, poing, pied....

Le port du protège-dents est-il aussi indiqué pour les amateurs et pratiquants occasionnels ?

Oui, car ils maîtrisent moins bien leurs gestes et sont, de ce fait, particulièrement exposés aux traumatismes dentaires.

A quoi sert le protège-dents ?

Le protège-dents réduit considérablement le risque de traumatismes (fractures, déplacements, expulsions) au niveau des dents antérieures, particulièrement à l'arcade supérieure (maxillaire). Il isole les dents des muqueuses, des lèvres, des joues ou de la langue et permet ainsi d'éviter les plaies des tissus mous et les morsures de la langue. Il prévient du choc des dents de l'arcade inférieure (mandibulaire) contre les dents de l'arcade supérieure (maxillaire), limite le risque de fracture mandibulaire et réduit le risque de commotion cérébrale et d'atteinte cervicale.

Comment choisir son protège-dents ?

Il existe plusieurs catégories de protège-dents : les protections standards, les protections semi-adaptables en bouche, et les protections sur mesure.

Les critères de choix sont : l'âge du sportif, s'il porte ou non une prothèse, ainsi que le sport pratiqué.

- **Le protège-dents standard, non adaptable**

  Il est commercialisé dans les magasins de sports ou les rayons « sport » des grandes surfaces, en trois tailles (petite, moyenne et large). C'est la plus économique des protections mais aussi la moins efficace.

  Il manque de tenue en bouche et l'athlète doit souvent le maintenir en place en serrant les dents. Il n'offre qu'une très faible protection, gêne souvent la respiration et la phonation et peut entraîner une blessure des tissus mous.

  Il est à proscrire.

« L'UFSBD représente les 38 000 dentistes qui agissent au quotidien pour votre santé bucco-dentaire au sein de leur cabinet.
Pour en savoir plus sur votre santé bucco-dentaire www.ufsbd.fr »

Toute reproduction sans l'accord préalable de l'UFSBD est interdite

FICHE CONSEIL

ufsbd

Votre dentiste complice de votre sourire

LE PROTEGE-DENTS

- **Le protège-dents semi-adaptable préformé directement dans la bouche du patient**

De fabrication industrielle, on le trouve dans les magasins de sports ou dans le rayon « sport » des grandes surfaces.
Il sera adapté par le sportif lui-même. Pour cela, il sera ramolli dans de l'eau préalablement portée à ébullition, puis trempé 2 secondes dans de l'eau froide, avant d'être introduit en bouche. Une fois en bouche, l'adaptation se fera par une pression de la langue, des doigts, et la fermeture de la bouche.
Mais attention, si la phase d'adaptation en bouche, ne respecte pas scrupuleusement la notice d'utilisation, ses propriétés de protection seront diminuées et la respiration compromise.

Ce type de protège-dents peut être une alternative intéressante à la protection sur mesure, surtout pour les enfants en phase de croissance ou en cours de traitement orthodontique, dès lors que l'adaptation en bouche est réalisée par le chirurgien-dentiste traitant.

- **Le protège-dents sur mesure**

C'est le modèle de choix lorsque la croissance est terminée et pour l'adulte.
Il est réalisé sur mesure, après la prise d'empreintes des deux mâchoires par votre dentiste traitant.
C'est le seul qui réponde de façon satisfaisante aux critères de protection, stabilité, rétention et confort.
Les techniques de fabrication permettent de l'adapter en fonction du sport pratiqué afin de mieux protéger des chocs.
Il est important de préciser que les sportifs porteurs de prothèses dentaires doivent les retirer de la bouche pour la pratique de certains sports (danger en cas de bris). Le protège-dents devra alors impérativement être réalisé de façon à combler les espaces. Dans ce cas, seul le protège-dents sur mesure est indiqué.

Comment entretenir son protège-dents ?

Immédiatement après usage, il doit être nettoyé au savon et à l'eau, puis séché minutieusement et conservé dans une boîte perforée.

Doit-on changer régulièrement son protège-dents ?

Pour ce qui concerne les enfants en phase de croissance ou en cours de traitement orthodontique, l'adaptation du protège-dents devra être vérifiée régulièrement par le dentiste traitant.
Pour ce qui concerne les adultes, sa durée de vie peut être de plusieurs années, en fonction du sport pratiqué et de la fréquence de l'activité.

Peut-on choisir la couleur du protège-dents ?

Oui, mais attention, le rouge est interdit en boxe.

ufsbd

LES CONSEILS DE L'UFSBD

- *Avant de pratiquer un sport de combat ou de contact, vérifiez si le protège-dents est recommandé (voir encadré).*[1]
- *Le port du protège-dents est recommandé à tous les sportifs qui pratiquent un sport de combat ou de contact, même aux amateurs.*
- *Pour les enfants en phase de croissance ou en cours de traitement orthodontique, le protège-dents semi adaptable, préformé directement dans la bouche* ***par le dentiste traitant*** *est une très bonne alternative au protège-dents sur mesure*
- *Pour les adultes, c'est le protège-dents sur mesure qui sera conseillé.*

Les fiches patients UFSBD qui peuvent aussi vous intéresser :
- *Les traumatismes dentaires*
- *Sport*
- *Tendinites et Troubles Musculo-Squelettiques*

Parlez-en à votre dentiste !

« L'UFSBD représente les 38 000 dentistes qui agissent au quotidien pour votre santé bucco-dentaire au sein de leur cabinet.
Pour en savoir plus sur votre santé bucco-dentaire www.ufsbd.fr »

Toute reproduction sans l'accord préalable de l'UFSBD est interdite

→ Tableau d'extraction de données

REFERENCE	NOMBRE DE PATIENTS	CON-SENTE-MENT ECLAIRE	TYPE D'ETUDE	TYPE DE GOUTTIERE	CRITERES *ANALYSES*	RESULTAT OBTENU P VALUE (SI PRECISE)
YATES *ET AL*. 1984 ***EFFECT OF A MANDIBULAR ORTHOPEDIC REPOSITIONING APPLIANCE ON MUSCULAR STENGHT***	14 joueurs de l'équipe de football américain de l'université de Louisville	oui	Prospective randomisée	-protège dent classique -placebo de MORA -MORA	-soulevé de terre (*dead lift*) - *two-arm pull* -mouvement isocinétique	-aucune différence significative pour les trois situations
SCHUBERT *ET AL*. 1984 ***CHANGES IN SHOULDER AND LEG STRENGTH IN ATHLETES WEARING MANDIBULAR ORTHOPEDIC REPOSITIONING APPLIANCE***	19 joueurs de l'équipe de football américain de l'université de Washington	oui	Prospective randomisée en double aveugle	- placebo de MORA -MORA	-test d'agilité (*T-test)*	- Aucune différence significative

KEÇECI *ET AL.* 2005 ***DO CUSTOM-MADE MOUTH GUARDS HAVE NEGATIVE EFFECTS ON AEROBIC PERFORMANCE CAPACITY OF ATHLETES***	22 athlètes d'élite de Taekwondo 11 femmes et 11 hommes	oui	Prospective randomisée	-protège-dents sur mesure - pas de protège-dents	-mesure rythme cardiaque, - VO^2 max pendant un exercice physique	Pas de différence significative (p>0,05) pour rythme cardiaque p=0,910 et VO^2max p=0,846 -aucun effet négatif
BOURDIN M. *ET AL.* 2006 ***INFLUENCE OF MAXILLARY MOUTHGUARDS ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS***	19 athlètes hommes	/	Prospective randomisée	- Sur mesure - thermoformable -pas de gouttière	-Flux d'air oral -VO^2max -force et vitesse musculaire -Temps de réaction	-Pas d'influence significative sur les paramètres physiologiques -aucun effet négatif
CETIN *ET AL.* 2009 ***INFLUENCE OF CUSTOM-MADE MOUT GUARDS ON STRENGHT, SPEED AND ANAEROBIC PERRFORMANCE OF***	21 athlètes de taekwondo d'élite (11 hommes et 10 femmes)	oui	-prospective randomisée	-sans protège-dents sur mesure -avec protège-dents sur mesure	-test de Windgate anaérobie (WAnT) -puissance anaérobie -force isocinétique des quadriceps -force isocinétique des ischios-jambiers	-aucune différence significative pour temps de sprint de 20m(p=0,798), saut vertical(p=0,715), test de force de préhension(p=0,981) force isométrique des muscles des jambes(p=0,352) et du dos(p=0,443).

TAEKWONDO ATHLETES				-force de préhension -force isométrique des membres inférieurs et du dos -temps de sprint sur 20m -saut vertical avec mouvement inverse des bras.	Différence significative sur la puissance maximale(p=0,013), la puissance moyenne(p=0,024) dans le WAnT et la force isocinétique des ischios-jambiers (p=0,019) -aucun effet négatif.
GARNER DP ET MCDIVITT E. 2009 ***EFFECTS OF MOUTHPIECE USE ON AIRWAY OPENINGS AND LACTATE LEVEL IN HEALTHY COLLEGE MALES***	10 participants /	Prospective randomisée	-pas de protège-dents -protège-dents type II (EDGE, BiteTech Inc)	-largeur de la trachée -concentration sanguine en lactate après 30 min d'effort	-augmentation significative de la largeur de la trachée (p=0,029) -diminution non significative de la concentration en lactate
DUDDY *ET AL*. 2012 ***INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF MOUTHGUARDS ON***	18 membres oui de l'équipe masculine d'aviron de	Prospective randomisée	-Protège-dents thermoformable (O-Flow	-test ergométrique à 3 temps de puissance maximale	-test à trois temps amélioration significative avec le Under Armour p=0,03 -pas de différence pour le test d'une minute p=0,08

STRENGHTAND PERFORMANCE OF COLLEGIATE ATHLETES: A CONTROLLED-RANDOMIZED TRIAL	l'Université de Washington.		Max Under Armour®) -Protège-dents sur mesure	-test ergométrique d'une minute -course de 1600m (ergomètre : rameur d'intérieur utilisé pour simuler l'action de l'aviron d'un bateau)	-pas de différence pour la course p=0,37 100% des athlètes ont noté un inconfort pour l'utilisation du protège dent thermoformable.
DUNN-LEWIS *ET AL*. 2012 ***THE EFFECTS OF A CUSTOMIZED OVER-THE-COUNTER MOUTHGUARD ON NEUROMUSCULAR OFRCE AND POWER PRODUCTION IN TRAINED MEN AND WOMEN***	50 athlètes du sport universitaire 26 hommes 24 femmes	oui	Prospective randomisée	-Sans protège-dents -protège-dents thermoformable -protège dent Power Balance Performance® (PBP)	-souplesse en position assise (*sit and reach*) -équilibre médio-latéral -temps de réaction visuel -saut vertical -sprint de 10m -développé couché -« plyo press power quotient » 3PQ (analogue au test de windgate)	-Amélioration significative pour les femmes et les hommes au développé couché avec gouttière PBP -amélioration significative uniquement pour les hommes pour le 3PQ -pas de différence pour le temps de réaction visuel -différence significative de production de puissance pendant le saut vertical mais pas de différence significative de hauteur -aucune différence pour le sprint de 10m -aucune différence pour le sit and reach -aucune différence pour l'équilibre médio-latéral.

						-aucun effet négatif
JAE-KWANG JUNG *ET AL*. 2013 **ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF MOUTHGUARDS THAT AFFECT ISOKINETIC MUSCULAR ABILITY AND ANAEROBIC POWER**	20 étudiants d'un programme d'éducation physique (Kyungpook National university)	oui	Prospective Randomisée en double aveugle	- Pas de gouttière -gouttière complète -gouttière avec contacts de canine à canine -gouttière côté droit -gouttière côté gauche	-Test d'habilité musculaire isocinétique (dynamometre isocinétique) -WAnT	-Pas de différence significative pour les gouttières complètes -amélioration de l'endurance durant l'extension du genou gauche et une puissance musculaire augmentée dans la flexion du genou droit. -Pas de P value communiquée. -Aucun effet négatif
PAE *ET AL*. 2013 ***THE EFFECTS OF MOUTHGUARDS ON THE ATHLETIC ABILITY OF PROFESSIONAL GOLFERS***	8 golfeurs professionnels (5 hommes et 3 femmes) de l'université de Kyung Hee.	oui	Prospective randomisée	-pas de gouttière -protège dent -gouttière de repositionnement de la	-pour protège dent et gouttière 3 essais avec contacts bilatéraux et 1 essai avec contact unilatéral -vitesse du club	- bilatéral : -protège dent augmentation significative vitesse tête de club (p=0,026) et longueur du drive (p=0,022)

			mandibule (relation centrée)	-vitesse initiale de la balle -distance de drive -précision putting	-gouttière de repositionnement augmentation significative vitesse tête du club(p=0,035), longueur drive (p=0,029) -augmentation non significative de la vitesse de la balle et de la précision du putting (p - unilatéral : -protège dent, diminution significative vitesse tête de club (p=0,008) et de la longueur du drive (p=0,023) -gouttière de repositionnement diminution vitesse de la tête de club(p=0,008) et diminution de la longueur du drive (p=0,000) -pas de différence significative pour le putting et la vitesse de la balle. -aucun effet négatif
QUEIROZ AF *ET AL*. 2013 ***INFLUENCE OF MOUTHGUARDS ON THE PHYSICAL***	25 joueuse de / football du « Guarani Futebol Clube »	Prospective randomisée	- pas de protège-dents -type I -type II -type III	-courses aller-retour (*shuttle run*) -VO_2 max (*Cooper test*)	- pas de différence significative -amélioration non significative avec le type III -aucun effet négatif

PERFORMANCE OF SOCCER PLAYERS						
ALLEN *ET AL*. 2014 ***THE ACUTE EFFECT OF A COMMERCIAL BITE-ALIGNING MOUTHPIECE ON STRENGTH AND POWER IN RECREATIONALLY TRAINED MEN***	21 étudiants actifs sportivement	oui	Prospective randomisée en double aveugle	-pas de protège-dents -gouttière de repositionnement ArmourBite mouthpiece®	-saut vertical avec mouvement inverse des bras - développé couché en une répétition à la force maximale jusqu'à ce que ce ne soit plus possible	-pas de différence significative pour les deux --aucun effet négatif
COLLARES *ET AL*. 2014 ***EFFECT OF WEARING MOUTHGUARDS ON THE PHYSICAL PERFORMANCE OF SOCCER AND FUTSAL PLAYERS: A RANDOMIZED CROSS-OVER STUDY***	40 joueurs de football et futsal de moins de 17 ans	oui	Prospective randomisée	-pas de gouttière -gouttière sur mesure	-courses aller-retour avec augmentation de rythme de 0,5kmh par minute.	-pas de différence significative pour la distance parcourue ni pour la VO_2 max

MORALES *ET AL.* 2015 ***ACUTE EFFECTS OF JAW CLENCHING USING A CUSTOMIZED MOUTHGUARD ON ANAEROBIC ABILITY AND VENTILATORY FLOWS***	28 hommes en bonne santé et pratiquants des activités sportives régulièrement	oui	Prospective randomisée	-pas de gouttière -Gouttière de repositionnement de la mandibule sur mesure.	-WAnT -Flux d'air oral	Performance plus élevée avec le port de la gouttière pour le test Windgate ($p< 0,05$) Augmentation significative de l'air expiré bouche fermée avec un protège dent par rapport à sans protège dent ($p<0,05$) -aucun effet négatif
BAILEY *ET AL.* 2015 ***EFFECTS OF AN OVER-THE-COUNTER VENTED MOUTHGUARD ON CARDIORESPIRATORY RESPONSES TO EXERCISE AND PHYSICAL AGILITY***	15 hommes sportifs loisir	oui	Randomisée prospective	-Pas de gouttière -gouttière thermoformable classique -gouttière thermoformable ventilée Nike	-course 40m -saut vertical -saut horizontal -« *3cones drill* » (courses avec changements de direction) -« *shuttle run* » (courses aller-retour) -ventilation et mesure des lactates sanguins	- aucune différence entre pas de gouttière et gouttière thermoformable classique -ventilation et acide lactique diminués ($p \leq 0,05$) sans amélioration visible pour les conditions aérobies. Augmentation du saut vertical ($p = 0,03$) -pas de différence pour le sprint 40 m, le saut horizontal, le 3 *cone drill* et le *shuttle run*. -aucun effet négatif
GOLEM ET ARENT, 2015	20 athlètes universitaires	oui	Prospective randomisée	-pas de gouttière	-puissance musculaire -équilibre dynamique	Pas de différence significative ($p>0,05$) -Puissance musculaire($p=0,78$)

EFFECTS OF OVER-THE-COUNTER JAW REPOSITIONNING MOUTHGUARDS ON DYNAMIC BALANCE, FLEXIBILITY, AGILITY, STRENGTH, AND POWER IN COLLEGE-AGED MALE ATHLETES			en double aveugle	-gouttière thermoformable -gouttière de repositionnement de la mandibule sur mesure	- agilité Force musculaire	-équilibre dynamique (p=0,99) -agilité (p=0,22) -force musculaire(p=0,47) -aucun effet négatif
BUSCA *ET AL*. 2016 ***EFFECTS OF JAW CLENCHING WHILE WEARING A CUSTOMIZED BITE ALIGNING MOUTHPIECE ON STRENGTH IN HEALTHY YOUNG MEN***	28 hommes en bonne santé générale et actifs sportivement	oui	Prospective randomisée	-gouttière de repositionnement mandibulaire (laboratoire Cleverbite®) -sans gouttière dents serrées -bouche ouverte	- force de préhension -saut vertical avec mouvement opposé des bras (hauteur et puissance)	≠ significative pour la force de préhension p<0,05 ≠ significative avec p>0,05 pour hauteur et puissance -aucun effet négatif
DRUM *ET AL*. 2016	10 étudiants hommes	oui	Prospective randomisée	- pas de gouttière	-temps de réaction	Pas de différence significative sur tous les test pour les différentes conditions de

EFFECTS OF A CUSTOM BITE-ALIGNING MOUTGUARD ON PERFORMANCE IN COLLEGE FOOTBALL PLAYER	joueurs de l'équipe de football américain de leur université			-gouttière thermoformable -gouttière sur mesure	-« *Bruce treadmill protocol* » test des capacités anaérobie -test de flexibilité (*sit and reach*) -saut vertical -développé couché	gouttière *p value* communiquées 0,23<p<0,94 -aucun effet négatif
COTTER *ET AL.* 2017 **DO NEUROMUSCULAR DENTISTRY-DESIGNED MOUTHGUARDS ENHANCE DYNAMIC MOVEMENT ABILITY IN COMPETITIVE ATHLETES**	42 athlètes 8 femmes et 34 hommes Age moyen 22,8 ans	oui	Prospective randomisée en double aveugle	-pas de gouttière -gouttière thermoformable -gouttière adaptée neuromusculairement	-le *Functional Movement Screen* - le *modified Star Excursion Balance Test* - le *Single-Leg Landing*	- pas de différence statistiquement significative pour le *FMS p*>0,05 - pas de différence statistiquement significative pour le *mSEBT p*>0,05 - pas de différence significative par rapport à la condition sans gouttière pour le *SLL* pour la gouttière neuromusculairement adaptée
FISCHER *ET AL.* 2017 ***NO IMPROVEMENT IN SPRINT***	23 athlètes masculins de haut niveau	/	Prospective randomisée en double aveugle	-pas de gouttière -gouttière Classique	-WAnT	-pas de difference significative

PERFORMANCE WITH A NEUROMUSCULAR FITTED DENTAL SPLINT				-gouttière neuromusculairement ajustée		
ALLEN C.R. *ET AL* 2018 ***EFFECTS OF JAW CLENCHING AND JAW ALIGNMENT MOUTHPIECE USE ON FORCE PRODUCTION DURING VERTICAL JUMP AND ISOMETRIC CLEAN PULL***	36 hommes entre 18 et 30 physiquement actifs.	oui	Prospective randomisée	-pas de PIB - thermoformable classique (PIB) - gouttière de repositionnement thermoformable ArmourBite® (UnderArmour)	-saut vertical avec contremouvement des bras (en serrant et sans serrer les dents) -évaluation de la force maximale isométrique (en serrant et sans serrer les dents)	-pas de différence significative sans serrer les dents -amélioration significative du saut (p<0,001) et de la force (p<0,001) en serrant les dents avec les deux types de gouttières.
ZUPAN M.F. *ET AL* 2018 ***PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF WEARING ATHLETIC MOUTHPIECES***	23 adultes hommes et femmes non-fumeurs	oui	Prospective randomisée	-pas de gouttière - Thermoformable classique	-test d'endurance anaérobique (Woodway force 2.0) sur tapis de course -course de 1,5 miles	-différence significative p=0,05 pour l'endurance anaérobique -différence significative p≤0,05 pour la course de 1,5 miles -pas de différence pour le test de flexibilité

WHILE PERFORMING VARIOUS ERECRICES			-Gouttière PX3 Bite regulator®	-test de flexibilité (*sit and reach*) -fréquence cardiaque, saturation en oxygène ,perception de l'effort -développé couché -presse à cuisse	-Pas de différence pour la fréquence cardiaque, la saturation en oxygène ou la perception de l'effort musculaire des jambes (presse a cuisse) -aucune différence pour le développé couché -amélioration significative pour la course de 1,5 miles, p≤0,05 -aucun effet négatif
BUSCA *ET AL*. 2018 ***EFFECTS OF JAW CLENCHING WEARING CUSTOMIZED MOUTGUARDS ON AGILITY POWER AND VERTICAL JUMP IN MALE HIGH-STANDARD BASKETBALL PLAYERS***	13 joueurs de basketball	oui	Prospective randomisée	-gouttière sur mesure (Cleverbite®) -pas de gouttière	-saut vertical - test d'agilité (T-test) -développé couché - presse à cuisse	Amélioration significative du saut vertical (p=0,027) Pas d'amélioration de la performance au T test (p=0,111) Pas d'amélioration pour la puissance musculaire développé couché et presse à cuisse(p>0,05) -aucun effet négatif

HANSON *ET AL.* 2018 ***OVER-TH-COUNTER PERFORMANCE ENHANCING MOUTHGUARDS ARE UNABLE TO DECREASE BLOOD LACTATE AND IMPROVE POWER OUTPUT DURING A WINDGATE ANAEROBIC TEST (WANT)***	17 jeunes hommes actifs sportivement	oui	Prospective randomisée	-pas de protège-dents -protède-dents standard -gouttière de repositionnement Under Armour ArmourBite®	-WAnT -concentration sanguine en lactate	- aucune différence significative pour le WAnT -aucune différence significative pour la concentration de lactate sanguin -aucun effet négatif
SCHULZE *ET AL.* 2019 ***EFFECTS OF A VENTED MOUTHGUARD ON PERFORMANCE AND VENTILATION IN A BASKET FIEL SETTING***	10 joueurs de basketball professionnels	/	Prospective randomisée	- Thermoformable ventilée (Nike adult max intake®) -pas de gouttière	Flux d'air oral analysé a intensité moyenne et haute.	Augmentation de l'apport en oxygène combiné a une diminution de 5 à 7% de volume global ventilé. Expliqué comme une optimisation de la respiration par l'auteur. -aucun effet négatif

SCHULTZ MARTINS *ET AL* 2020 ***PHYSIOLOGICAL RESPONSE OF A JAW-REPOSITIONNING CUSTOM-MADE MOUTHGUARD ON AIRWAY AND THEIR EFFECTS ON ATHLETIC PERFORMANCE***	24 étudiants oui actifs sportivement (5 femmes et 19 hommes)	Prospective randomisée	-pas de protège dent -gouttière de repositionnement sur mesure	-largeur de la trachée (scanner) -flux d'air oral sur une minute -VO_2 max -saut vertical avec mouvement inverse des bras -saut horizontal avec mouvement inverse des bras -sprint 20m, 40m	Différence significative fixée à $p \leq 0,01$ -augmentation significative de la largeur de la trachée de 10% (p=0,004) -augmentation significative du flux d'air oral sur une minute (p=0,006) -augmentation significative VO_2 max (p=0,003) - pas de différence pour le saut vertical -différence significative pour le saut horizontal avec mouvement inverse des bras (p=0,009) -diminution non significative sprint de 20m et diminution significative sprint 40m (p=0,001)

université de BORDEAUX

Collège des Sciences de la Santé

UFR des Sciences Odontologiques

Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.
Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu, Le Président du Jury,

Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,

Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,

Date, Signature :

Titre : Gouttière de repositionnement et performances sportives, revue systématique de la littérature.

Résumé :

Utilisés depuis plus d'un siècle, les dispositifs intra-buccaux (DIB) sont maintenant obligatoires dans certaines disciplines et indispensables dans de nombreuses activités sportives. Les DIB ont évolué et sont maintenant porteurs de l'espoir d'une amélioration des performances sportives grâce à leur utilisation.

L'objectif de ce travail est de présenter à travers une revue systématique de la littérature l'état actuel de la recherche concernant les DIB à but ergogéniques. En d'autre termes : quels protocoles permettent d'étudier la variation des performances sportives selon l'usage d'un DIB lors de l'enregistrement de cette performance ? et le port d'un DIB peut-il améliorer la performance sportive ?

Cette revue ne parvient pas à dégager un consensus, scientifique, notamment en raison d'une grande diversité des tests utilisés pour l'évaluation de la performance. Cette variabilité importante des tests ne permet ne permet pas de tirer une conclusion quant à une amélioration globale des performances sportives grâce au port de ces dispositifs.

Il semble toutefois il y avoir une progression dans certains domaines tels que la puissance musculaire, les paramètres respiratoires et certaines pratiques sportives spécifiques telles que le golf. L'usage d'un protocole commun aux études est un axe d'amélioration de ce domaine de recherche, visant à obtenir une comparabilité plus grande de résultats.

Title : Repositioning splint and sports performances

Title : Repositioning splint and sports performance, systematic review of the literature

Abstract :

Used for over a century, intra-oral devices are now mandatory in some sports and essential in many sports. Intra-oral devices have evolved and now hold out the hope of improved sports performance through their use.

The objective of this work is to present, through a systematic review of the literature, the current state of research concerning intra-oral devices for ergogenic purposes. In other words: what protocols allow us to study the variation of sports performance according to the use of an intra-oral devices during the recording of this performance? and can wearing an intra-oral devices improve sports performance?

This review does not reach a scientific consensus, in particular because of the great diversity of tests used to evaluate performance. This important variability of tests does not allow us to draw a conclusion as to an overall improvement in sports performance thanks to the use of these devices.

However, there seems to be a progression in certain areas such as muscle power, respiratory parameters and certain specific sports practices such as golf. The use of a common protocol for the studies is an area of improvement in this field of research, aiming to obtain greater comparability of results.