Rémi Hackert
hackert@mnhn.fr

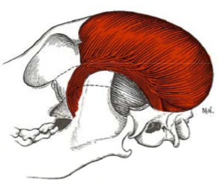
Exercice 1 : Morsure : Évaluation d’une performance à partir de données anatomiques.

L’objectif de cet exercice est d’estimer la force de morsure maximale d’un chien à partir de données anatomiques prélevées au cours d’une dissection.
La musculature manducatrice active lors de la morsure est composée principalement par le M. Masseter, le M. Temporalis, et M. Pterigoideus (voir graphique) (abducteur non actif). Lors d’une dissection, les muscles ont été retirés, leur longueur mesurée et pesés.

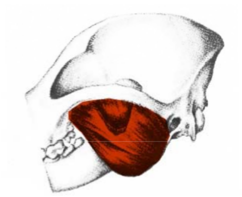
L’opérateur à pris soin pour chaque muscle de positionner un « point » d’attache moyen A et a mesuré la distance entre ce point A et le centre de rotation de l’articulation temporo mandibulaire O (origine du repère) . Il a également estimé l’orientation de la force / OA.
La distance entre l’incisive et O est de 14 cm. La masse volumique des muscles sera prise égale à 1.06g/cm3.

Muscle	longueur / poids	distance entre centre de rotation et point d’application	Orientation principale du muscle/ à la droite centre rot / point application
Masseter	45mm 35g	10 mm	110°
Temporalis	55mm 79g	17mm	90°
Pterygoide	13 mm 12g	15mm	90°

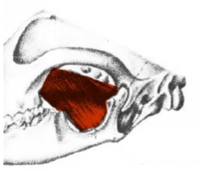
Calculer les volumes des muscles, puis les PCSA (physiological cross section area). Estimer alors les forces maximales que peuvent produire ces muscles (on rappelle que la force maximale que peut fournir 1cm2 de fibre est de 30N).
A l’instant de la morsure, la mandibule est en équilibre. Une force de réaction à la force de morsure s’exerce au niveau des incisives qu’on considérera verticale.
Calculez la.



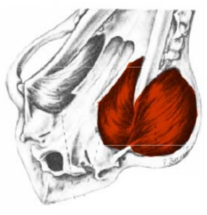
m. temporalis

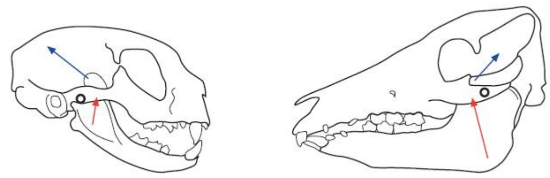


m. masseter

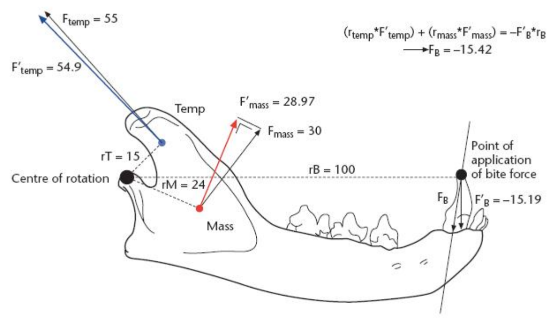


m. pterygoideus





Cat Pig



Exercice 2 : **Similarité dynamique**

Est ce que comparer la course d’un lion et d’un chat à une même vitesse fait sens ?
On parle de similarité dynamique lorsque deux systèmes ont un rapport de l’énergie cinétique à l’énergie potentielle de pesanteur similaire.
Ce rapport est nommé nombre de Froude et noté Fr.
Pour comparer la locomotion des deux animaux : à quelle vitesse doit-on faire courir le chat sachant qu’on a déjà des données pour un lion courant à 25km/h. La hauteur de hanche du chat est 20cm, celle du lion 60cm.

Exercice 3 : **Faut-il être grand pour sauter haut ? (essais de modélisation)**

Dans ce problème nous allons essayer de comprendre s'il vaut mieux être grand ou pas pour sauter haut sans élan.
Pour ce faire nous avons donc besoin de modéliser notre sujet et de faire quelques hypothèses simplificatrices. Nous améliorerons ce modèle dans un second temps.
On assimile le corps à une masse ponctuelle de masse M.
Les hypothèses simplificatrices que nous formulons sont les suivantes:
(1) on considère des êtres géométriquement similaires : on passe d'une personne à une autre en multipliant toutes les longueurs par un même coefficient que nous appelons q. Le petit bonhomme est indicé p, le grand est indicé g .
(2) la force musculaire F responsable du mouvement est considérée comme constante au cours du mouvement.
On imagine donc notre bonhomme de taille L « petite boule ponctuelle »montée sur des jambes sans masse légèrement fléchies et qui s'étendent pour fournir une poussée. On note « a » la distance que le centre de masse parcourt en montant alors que les pieds touchent encore le sol. On note H l'élévation du centre de masse une fois que les pieds ont quitté le sol.
Faire un bilan des forces qui s'exercent sur notre bonhomme.
Appliquer le théorème de l'énergie cinétique entre l'instant initial et l'instant du décollage d'une part et entre l'instant du décollage et l'instant ou bonhomme atteint le sommet du saut. En déduire h en fonction de a, F,m et g. Réécrire l'équation pour notre grand bonhomme similaire λ fois plus grand. Et représenter le graphe des variations de h avec λ. On appellera (1) la relation trouvée.
Dessiner schématiquement l'allure de la relation qui lie la hauteur H sautée à la taille L du sujet
Application numérique: prendre a_p= 0.2 m, Lp= 1.6 m, Hp= 0.3 m , Fp est 1,5 fois plus grande que le poids.
****

Comme on peut le voir ce modèle est un peu simpliste notamment quand on regarde les petites valeur de L et la hauteur susceptible d'être franchie on voit bien que quelque chose ne va pas. Le modèle est irréaliste et doit être amélioré.
Au lieu de considérer le corps comme une masse ponctuelle, nous allons le décrire par deux masses ponctuelles pouvant se rapprocher l'une de l'autre et auxquelles on attribue chacune la moitie de la masse corporelle (Iorsque les jambes s'étendent les masses s'éloignent, lorsque les jambes se fléchissent les masses se rapprochent , ce qui permet de prendre en compte la « remontée des genous » apres le décollage.
En position debout, la première masse est au sol, l'autre est à la hauteur L. Le centre de masse global est donc à la hauteur L/2.
Lorsque le sujet fléchit les genoux la masse du haut descend de telle sorte qu'elle se trouve à une hauteur de 3L/4.
En sautant deux cas peuvent se produire soit le sauteur est capable de ramener la masse du bas vers celle du haut après une élévation du centre de masse d'une hauteur H (typiquement les genoux montent au niveau du coude) soit il ne le peut pas (c'est le plus souvent le cas).
- Considérons ce premier cas avec les deux masses rejointes et une élévation du centre de masse de H.
Exprimer la hauteur de centre de masse pendant le saut en utilisant le résultat de la première partie.
Dessiner les variations de H en fonction de L.

Maintenant le cas le plus général ou les deux masses ne se rejoignent pas (pas assez de temps).
Apres le décollage, le centre de masse monte de H. On acceptera que la force qui permet de relever la masse inférieure est identique à la force de poussée F et on appellera petit h la distance que le sauteur réussi à faire remonter sa masse inférieure vers le haut. Donc la hauteur du saut sera Htot=H+h.
Après avoir quitter le sol, exprimer la hauteur atteinte par le centre de masse pendant le temps de montée totale delta_t . (relation fondamentale de la dynamique RFD) (eq1.)
Maintenant on considère la masse inférieure. Appliquer également la RFD et intégrer pour obtenir h(t). Exprimer alors h(delta_t).
Remplacez delta_t par sa valeur issue de (eq 1).
On se concentre maintenant sur la masse inférieure qui monte de h pendant ce même temps delta_t. A quelles forces est-elle soumise ? Appliquez le premier principe et donnez la relation entre petit h et delta_t
Éliminez delta_t entre ces deux équations.
Exprimer alors la hauteur totale Htot atteinte par la masse inférieure
Utiliser alors la relation 1 pour trouver la relation qui lie Htot et L
[on trouve Htot= (4/L) -1 (en prenant les valeurs numérique de la première partie)]
Représentez cette courbe sur le même schéma que précédemment.
Conclusion : quelle est la taille optimale pour sauter au plus haut (avec les approximations effectuées ici) : ?

Exercice 4 : Présentation de la dynamique inverse
ou comment gagner de l'information sur les contraintes s'exerçant dans le membre en partant des forces de réaction au sol, de la cinématique et des grandeurs morphologiques ?