

СИЛА ЖУВАЛЬНИХ М'ЯЗІВ І СИЛА УКУСУ КУНИЦЕВИХ (MUSTELIDAE)

Г. Романюк

Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Навчально-науковий Центр «Інститут Біології»
пр. Глушкова, 2, Київ 03022, Україна
e-mail: romanuka@ukr.net

Досліджено вплив трофічної стратегії на такі показники жувального апарату куніцевих, як сила м'язів і сила укусу. Вони визначені з використанням методу сухого черепа. Найбільші значення сили м'язів і сили укусу у видів, що розгризають тверду їжу (калан, росомаха). У куніцевих розміри жувального м'яза збільшуються щодо скроневого з переходом до всеїдного способу життя. Скроневий м'яз дуже розвинений у справжніх хижаків. Максимальна сила укусу має найбільші значення також у великих куніцевих.

Ключові слова: сила м'язів, сила укусу, Mustelidae, трофічна стратегія.

Під час здобування їжі хижаки стикаються з низкою проблем, пов'язаних із захопленням, вбивством і подрібненням здобичі. Різні трофічні стратегії впливають на черепно-лицьовий скелет ссавців і на особливості жувального апарату. Родина куніцевих представлена видами з різноманітними типами харчування: є фактично винятково м'ясоїдні тварини (представники роду *Mustela*), більш всеїдні, які споживають суттєву кількість безхребетної здобичі та рослинної їжі (рід *Martes*, борсук *Meles meles*), рибоїдний вид (видра *Lutra lutra*) і види, які живляться твердими харчовими об'єктами (калан *Enhydra lutris*, росомаха *Gulo gulo*) [1, 4]. Використовуючи сухі черепи, можна визначити силу жувальних м'язів і силу укусу та простежити їх зв'язок з трофічними стратегіями куніцевих. Дослідивши зв'язок морфофункціональних параметрів жувального апарату з трофічною спеціалізацією тварин, можна передбачити його принципові функціональні можливості, що може бути використане в палеозоології та для цілей систематики.

Об'єкти і методи дослідження

Досліджувалися черепи та нижні щелепи дорослих самців і самок 10 видів *Mustelidae* (див. таблицю). Матеріал наданий НМНІ НАНУ Палеонтологічним музеєм і НМНІ НАНУ Зоологічним музеєм. Морфологічні виміри проводили штангенциркулем.

Використовуючи сухі черепи ми обчислювали максимальну силу укусу, силу укусу іклами та силу укусу хижими зубами за модифікованим методом Томасона [7]. Унікальна перевага цього методу в широті його використання практично для будь-яких видів ссавців [6]. Для обчислення сил укусу на серіях цифрових фотографій, використовуючи програму ImageTool, ми вимірювали площі поперечного перерізу та довжини плеча сили м'язів-адукторів – скроневого і комплексу жувального з криловидним (далі жувальний). Кожну площу множили на 300 КПа (значення максимального натягу на одиницю площі, який м'яз ссавця може генерувати) і, таким чином, визначали силу скроневого м'яза та силу жувального м'яза з криловидним. Максимальну силу укусу (F_{max}), силу укусу іклами (F_C) та хижацькими зубами (F_M) визначали за формулами:

$$F_{max} = \frac{2(m \cdot M + t \cdot T)}{L_{max}}; F_C = \frac{2(m \cdot M + t \cdot T)}{L_C}; F_M = \frac{2(m \cdot M + t \cdot T)}{L_M},$$

де M і T – сили жувального та скроневого м'язів, m і t – довжини плеча сили жувального та скроневого м'язів відповідно, L_{\max} – відстань від щелепного суглоба до точки 30% довжини нижньої щелепи, де спостерігається максимальна сила укусу [5], L_C та L_M – відстань від щелепного суглоба до точки укусу на іклах і хижацьких зубах відповідно.

Результати і їхнє обговорення

Середні значення обчислених сил жувальних м'язів, сил укусу іклами та хижацькими зубами розглянутих видів куницевих наведені в таблиці.

Обчислені сили головних щелепних адукторів і сили укусу видів родини куницевих.

види	N	M	T	F _c	F _m	F _{max}
<i>Mustela nivalis</i>	7	13,77	31,72	26,14	42,33	78,05
<i>M. lutreola</i>	25	50,64	98,79	86,11	139,30	261,69
<i>M. putorius</i>	25	59,48	120,48	102,67	163,65	309,27
<i>M. eversmannii</i>	25	68,07	158,02	131,27	208,79	398,47
<i>Martes martes</i>	25	86,02	179,80	141,01	245,79	436,06
<i>M. zibellina</i>	6	91,75	149,77	134,10	225,99	396,83
<i>Lutra lutra</i>	2	148,99	353,35	280,60	431,72	841,74
<i>Meles meles</i>	15	213,30	472,87	367,66	681,27	1048,94
<i>Gulo gulo</i>	1	289,48	710,68	560,92	928,24	1625,93
<i>Enhidra lutris</i>	2	316,03	829,81	783,69	1306,08	2348,05

Примітка. Позначення: N – кількість досліджених особин виду, M – сила жувального та криловидного м'язів, T – сила скроневого м'яза, F_c – сила укусу іклами, F_m – сила укусу хижацькими зубами, F_{max} – максимальна сила укусу. Значення в Н.

Основний рух нижньої щелепи хижаків – вертикальний, що пов'язано з різанням і роздавлюванням харчових об'єктів. Скроневий м'яз за рахунок більшої довжини може швидко закривати щелепу, що важливо для миттєвого схоплення та вбивства здобичі. Добре розвинений скроневий м'яз забезпечує потужний укус. В обробці їжі щічними зубами бере участь жувальний разом із криловидним м'язом, піднімаючи нижню щелепу і забезпечуючи деякі невеликі бічні рухи щелепи. Добре розвинені жувальний і криловидний м'язи допомагають розвивати значну силу при стуленні нижньої щелепи з верхньою, наприклад, для розжовування твердої їжі. Співвідношення цих м'язів у різних видів змінюється при пристосуванні до поїдання певних харчових об'єктів (див. рис. 1).

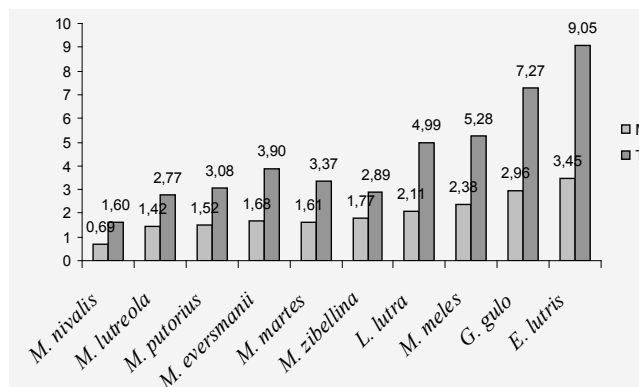


Рис. 1. Значення індексів обчислених сил скроневого T та жувального з криловидним M м'язів у куницевих.

Найбільше відношення розмірів скроневого м'яза до жувального (T/M) у калана та росомахи (2,63 та 2,46 відповідно). Росомаха може поїдати великих копитних тварин. Для

розгризання великих кісток необхідний сильний скроневий м'яз, який розвиває найбільшу силу при максимальному розкритті щелеп. Видри для успішного полювання необхідно швидко схопити й утримати слизьку здобич – рибу, довгий скроневий м'яз допомагає миттєво змикати нижню щелепу ($T/M=2,37$). При переході до всеїдного живлення збільшується роль жувального м'яза у розтиранні рослинної та дрібної їжі щічними зубами (найменше значення T/M у соболя – 1,63). Ласка має найменше відношення сил м'язів до довжини нижньої щелепи, однак має високе відношення T/M (2,3). За даними Нгуен ню Хієна [3], скроневий м'яз представників роду *Mustela* (на прикладі горностая) становить 70,8% від м'язів-адукторів. Ласка має видовжений череп, що збільшує площу прикріплення та розмір скроневого м'яза. Можливо, метод обчислення сил м'язів з використанням сухих черепів дає дещо занижені результати у видів із видовженим черепом, оскільки більше враховує форму поперечного перерізу м'язів, ніж їхню довжину.

Максимальна напруженість м'язів спостерігається при обробці їжі переднім відділом зубного ряду (іклами та різцями) і заднім (хижацькими та видозміненими кутніми зубами) [2]. Отже, найбільші навантаження на жувальний апарат спричинюють укуси іклами (вбивство здобичі) та кутніми (обробка їжі). Індeksi значень цих сил представлені на рис. 2. Розподіл видів за значеннями сил укусів схожий на розподіл видів за значеннями сил м'язів.

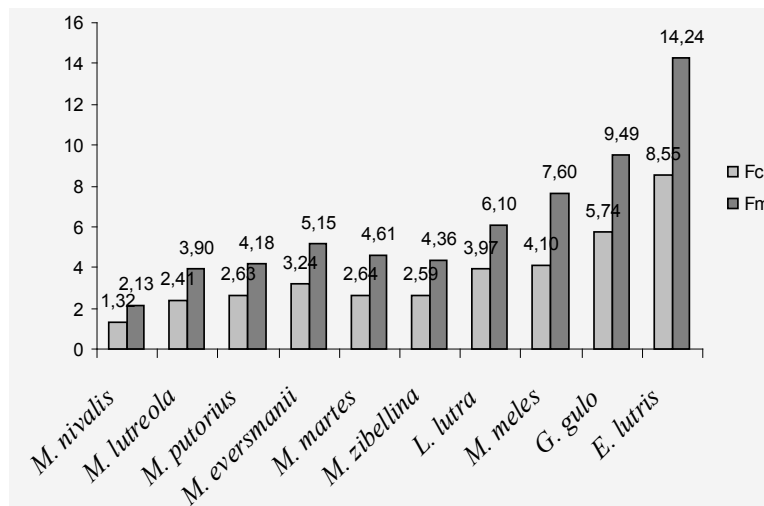


Рис. 2. Індeksi значень сил укусу іклами та хижацькими зубами куніцевих.

Сила укусу залежить від сил м'язів і відстані від щелепного суглоба до точки укусу, тобто від розташування зубів уздовж щелепи. Чим більша відстань до точки укусу, тим меншою буде сила. Отже, види з коротшими щелепами будуть мати переваги в силі укусу при однаковій ширині щелепи та черепа.

За моделлю Гривза, результуюча сила м'язів проходить у точці 30% довжини щелепи. Згідно з цією моделлю, була обчислена максимальна сила укусу як теоретично очікувана максимальна сила укусу хижака. Для порівняння видів між собою на рис. 3 представлені індeksi цієї сили (щодо довжини нижньої щелепи).

Максимальна сила укусу найбільша у видів, які розгризають тверду їжу (калан, россомаха), та у великих куніцевих (видра, борсук). Серед дрібних – у світлого (степового) тхора, який живиться великою здобиччю.

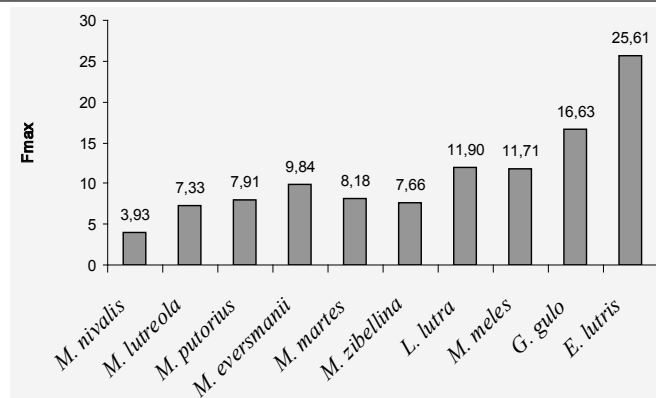


Рис. 3. Індeksi значень максимальної сили укусу представників родини куницевих.

Скроневий м'яз порівняно з жувальним дуже розвинений у справжніх хижаків (тих, які живляться здобиччю, більшою за себе). Розміри, а отже, і сила жувального м'яза збільшуються у видів, які роздавлюють тверду їжу або розгризають великі кістки (калан, росомеха), та з переходом до всеїдного способу життя. У більш всеїдних видів (соболь, куниця) збільшуються розміри жувального м'яза щодо скроневого, але в цілому сила укусів у них менша порівняно з іншими представниками куницевих.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аристов А. А., Барышников Г. Ф. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Хищные и ластоноги. СПб.: Зоол. инст. РАН, 2001. 560 с.
2. Никольский В. С. Общие принципы биомеханики челюстного аппарата млекопитающих // Зоолог. журн. 1997. Т. 76. № 1. С. 94–103.
3. Нгуен Ню Хиен. Биолого-морфологический анализ особенностей черепа хищных млекопитающих (Carnivora) из семейства куницы (Mustelidae): Автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.08. М., 1964. 26 с.
4. Новиков Г. А. Хищные млекопитающие фауны СССР. М.;Л.: АН СССР, 1956. 423 с.
5. Greaves W. S. A functional analysis of carnassial biting // Biol. J. Linnean Soc. 1983. Vol. 20. P. 353–363.
6. Sakamoto M., Lloyd G. T., Benton M. J. Phylogenetically structured variance in felid bite force: the role of phylogeny in the evolution of biting performance // J. Evol. Biol. 2010. Vol. 23. P. 463–478.
7. Thomason J. J. Cranial strength in relation to estimated biting forces in some mammals // Can. J. Zool. 1991. Vol. 69. P. 2326–2333.

Стаття: надійшла до редакції 03.03.11

доопрацьована 25.10.11

прийнята до друку 26.10.11

MASTICATORY MUSCLE FORCE AND BITE FORCE IN MUSTELIDAE

A. Romaniuk

*Taras Shevchenko National University of Kyiv
Educational and Scientific Centre «Institute of Biology»
2, Academician Glushkov Ave., Kyiv 03022, Ukraine
e-mail: romanyka@ukr.net*

We investigated the affect of different feeding strategy on indicators of masticatory apparatus mustelids such as muscle force and bite force, which are determined using the dry skull method. The highest values of muscle forces and bite forces is in species that crack solid food (sea otters, wolverines). In mustelids value of masseter muscle relative to the temporalis increases with the transition to the omnivorous. Temporal muscle is strongly developed among the real predators. The maximum bite force also has the greatest value in large mustelids.

Key words: muscle force, bite force, Mustelidae, feeding strategy.

СИЛА ЖЕВАТЕЛЬНЫХ МЫШЦ И СИЛА УКУСА КУНЬИХ (MUSTELIDAE)

А. Романюк

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
Учебно-научный Центр «Институт Биологии»
пр. Глушкова, 2, Киев 03022, Украина
e-mail: romanyka@ukr.net*

Мы исследовали влияние трофической стратегии на такие показатели жевательного аппарата куньих, как сила мышц и сила укуса. Они определены с использованием метода сухого черепа. Наибольшие значения сил мышц и сил укуса у видов, разгрызающих твердую пищу (калан, росомаха). У куньих размеры жевательной мышцы увеличиваются относительно височной с переходом ко всеядному способу жизни. Височная мышца сильно развита у настоящих хищников. Максимальная сила укуса имеет наибольшие значения также у больших куньих.

Ключевые слова: сила мышц, сила укуса, Mustelidae, трофическая стратегия.