

Развитие черепа хвостатых амфибий: последовательность, изменчивость и механизмы регуляции

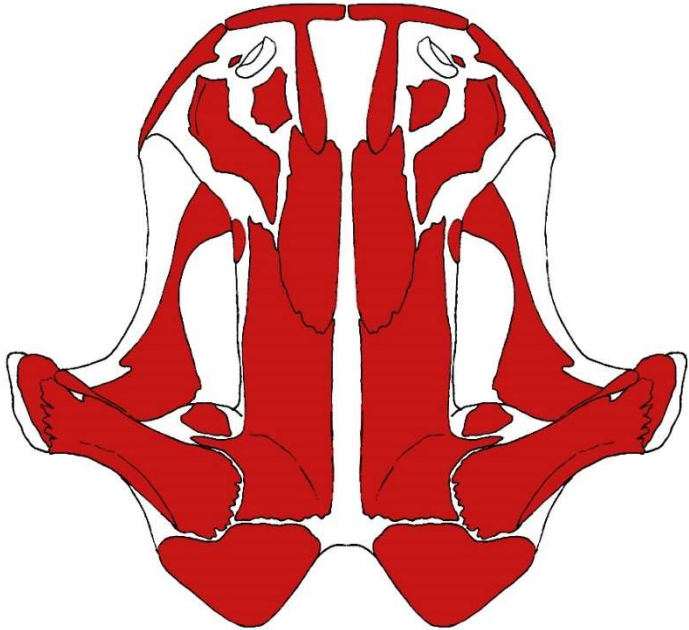
Смирнов С.В., Меркулова К.М., Васильева А.Б.



лаборатория

проблем специализированной морфологии

“Ossification sequence”: в центре внимания



What do ossification sequences tell us about the origin of extant amphibians?

Michel Laurin¹ , Océane Lapauze¹ & David Marjanović² 

EVOLUTION & DEVELOPMENT 11:2, 170–190 (2009)

DOI: 10.1111/j.1525-142X.2009.00318.x

Evolution of ossification sequences in salamanders and urodele origins assessed through event-pairing and new methods

Damien Germain^{a,b} and Michel Laurin^{a,b}

EVOLUTION & DEVELOPMENT 15:5, 344–364 (2013)

DOI: 10.1111/ede.12043

Ossification sequence heterochrony among amphibians

Sean M. Harrington,^{a,1} Luke B. Harrison,^b and Christopher A. Sheil^{a*}

^a Department of Biology, John Carroll University, University Heights, Ohio, 44118, USA

^b Redpath Museum, McGill University, 859 Sherbrooke Street West, Montreal, QC, Canada, H3A 2K6

* Author for correspondence (e-mail: csheil@jcu.edu)

¹ Present address: Department of Biology, San Diego State University, 5500 Campanile Drive, San Diego, CA, 92182, USA

Последовательность формирования окостенений черепа представляет ценность для:

- филогенетических построений;
- выявления гетерохроний;
- реконструкции эволюции онтогенеза.

Проблемные вопросы:

- 1) Неразрешенные последовательности;
- 2) существование (?) внутривидовой изменчивости;
- 3) возможные причины изменчивости.

Цель исследования:

Детально исследовать развитие черепа у модельных видов хвостатых амфибий, выявить потенциальную изменчивость этих процессов и определить факторы, регулирующие процессы краниогенеза.

Объекты исследования:

Salamandrella keyserlingii



Lissotriton vulgaris



Ambystoma mexicanum



Pleurodeles waltl



Объекты исследования:

Salamandrella keyserlingii



Lissotriton vulgaris

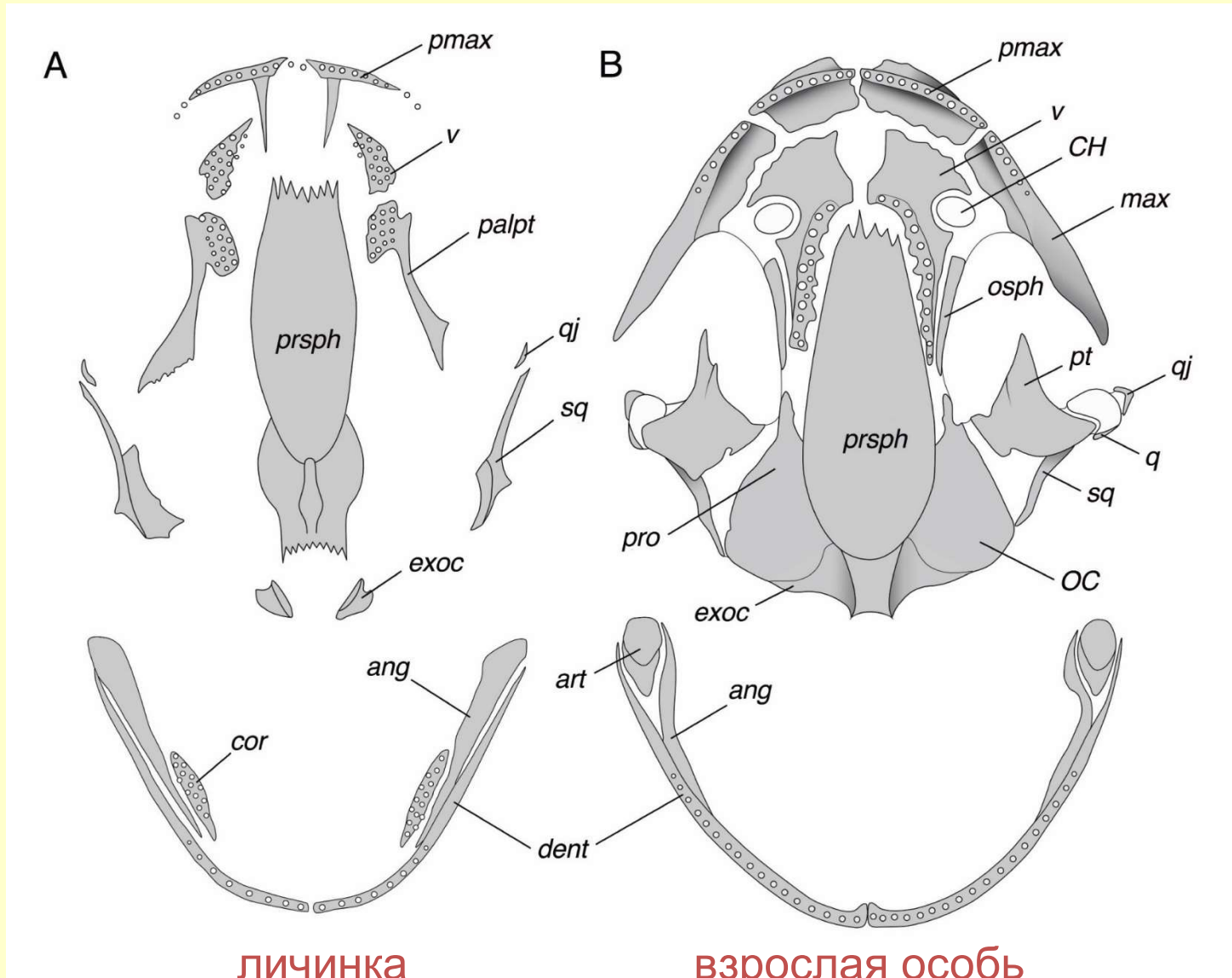


Ambystoma

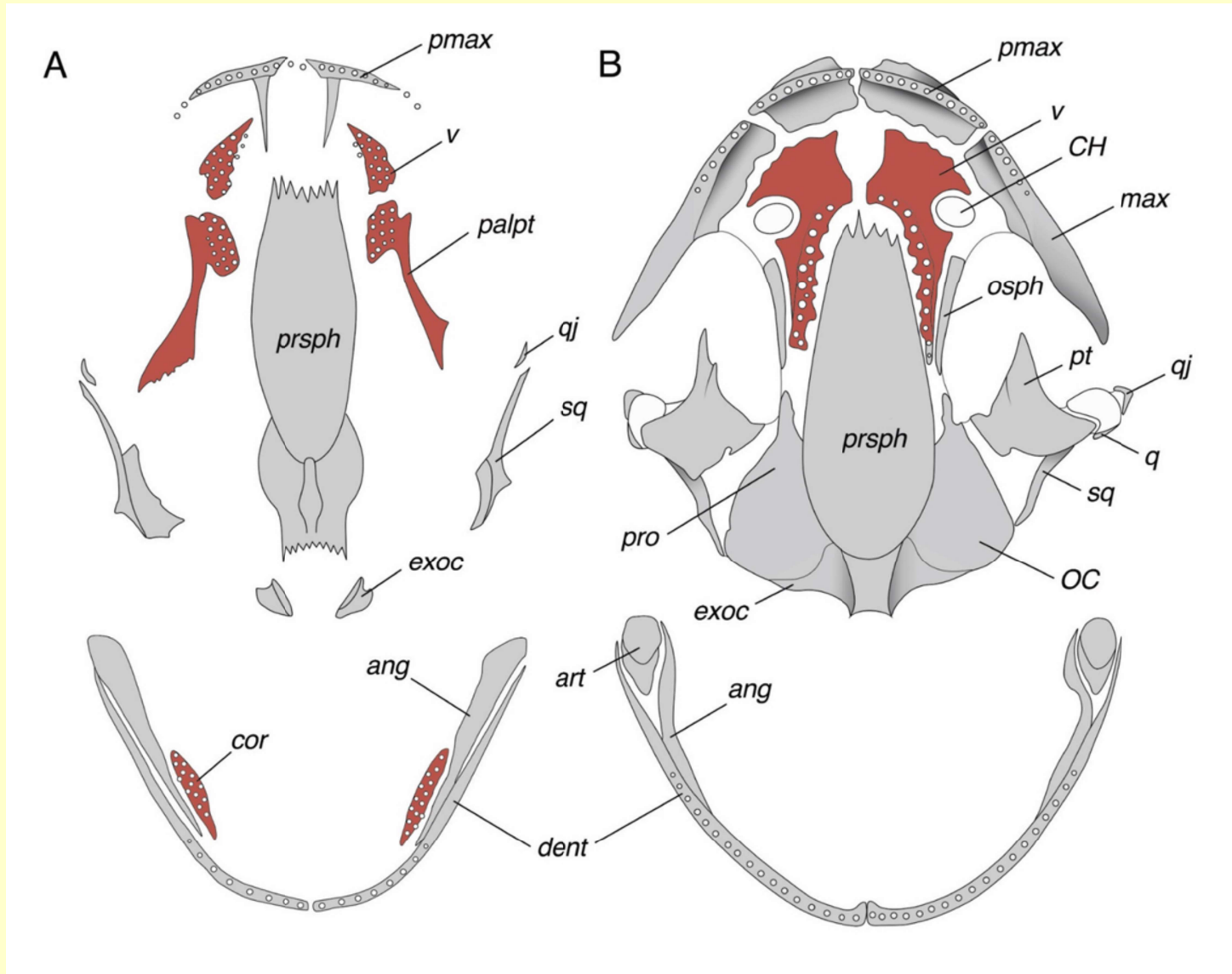


испанский тритон *Pleurodeles waltl*

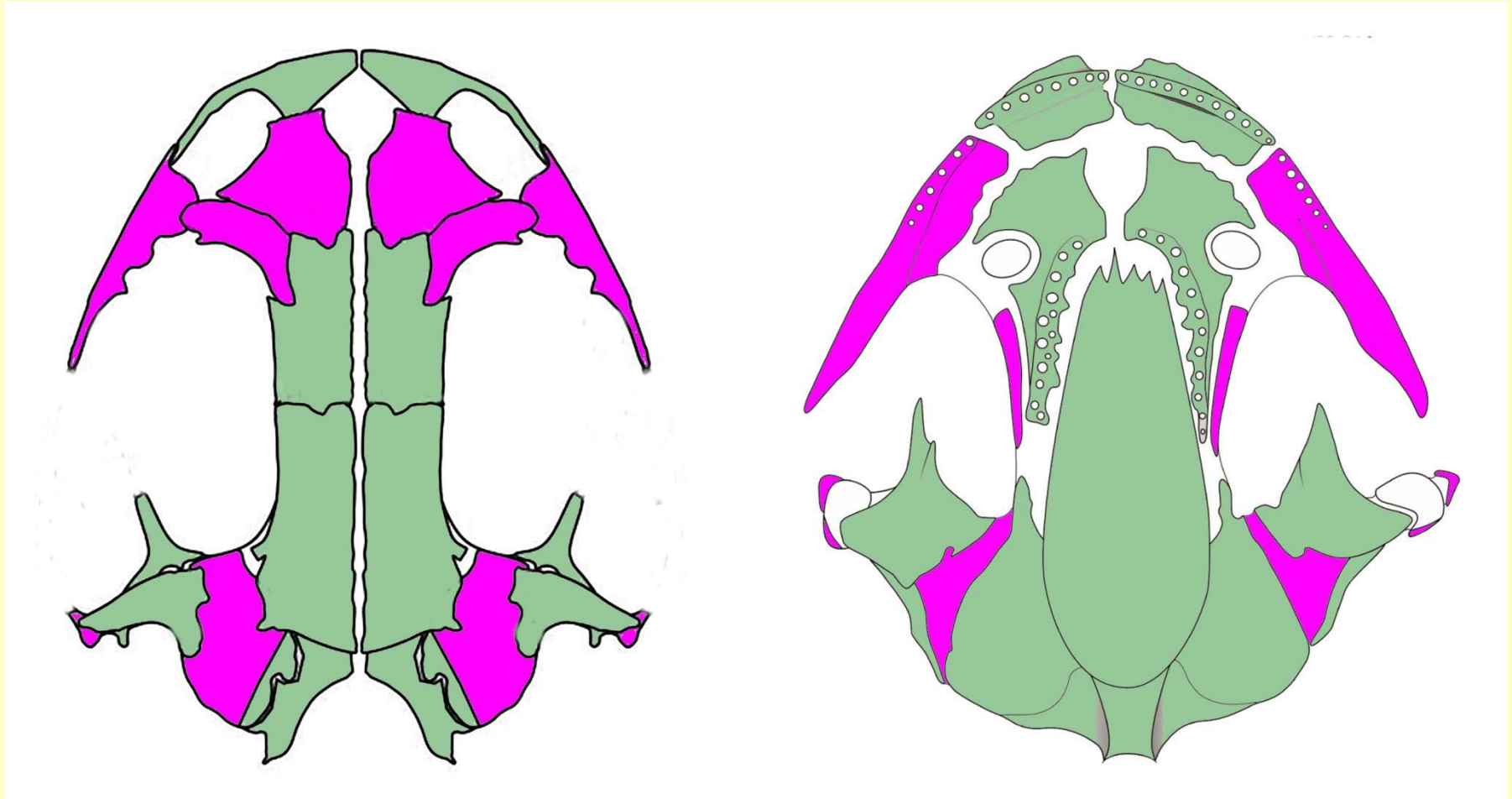
Строение черепа испанского тритона





Строение черепа испанского тритона



Изменчивость формирования костей в последовательности краниогенеза



 кости с неизменным
порядком возникновения

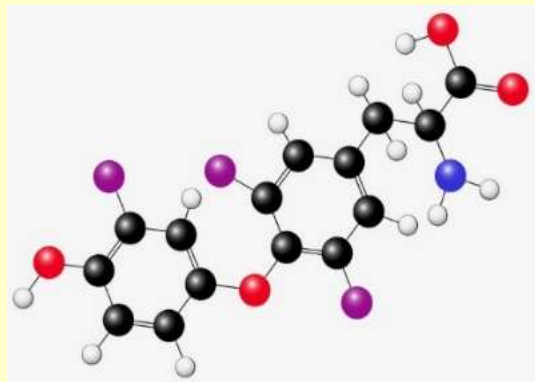
 кости с изменчивым порядком
возникновения

Постановка эксперимента

Агенты:

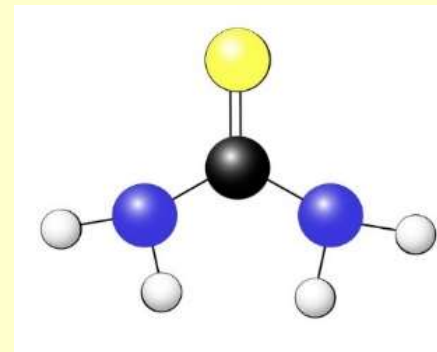
тиреоидный гормон

гойтроген



трийодтиронин
(T₃)

C₁₅H₁₂I₃NO₄



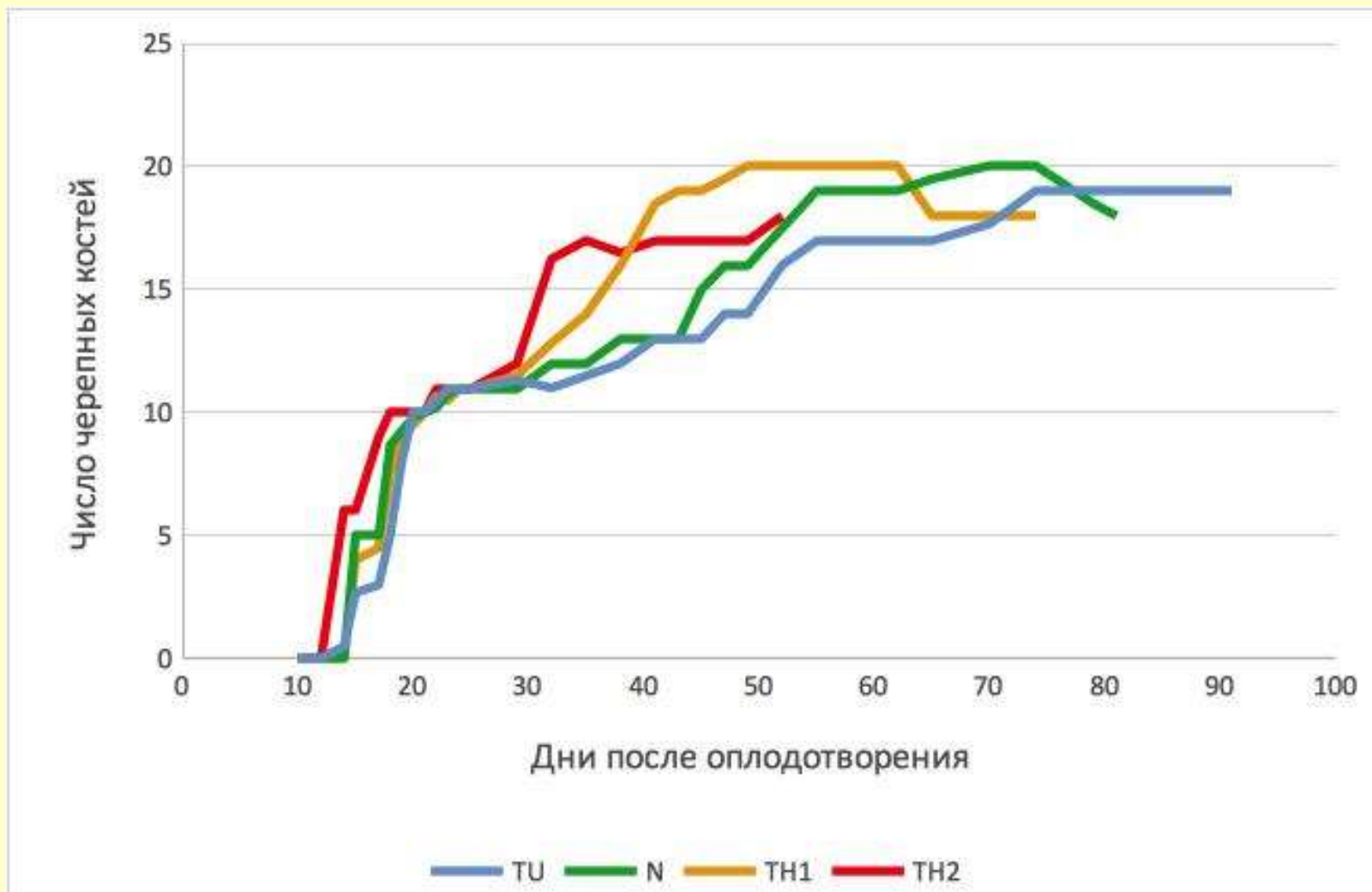
тиомочевина
(TU)

CH₄N₂S

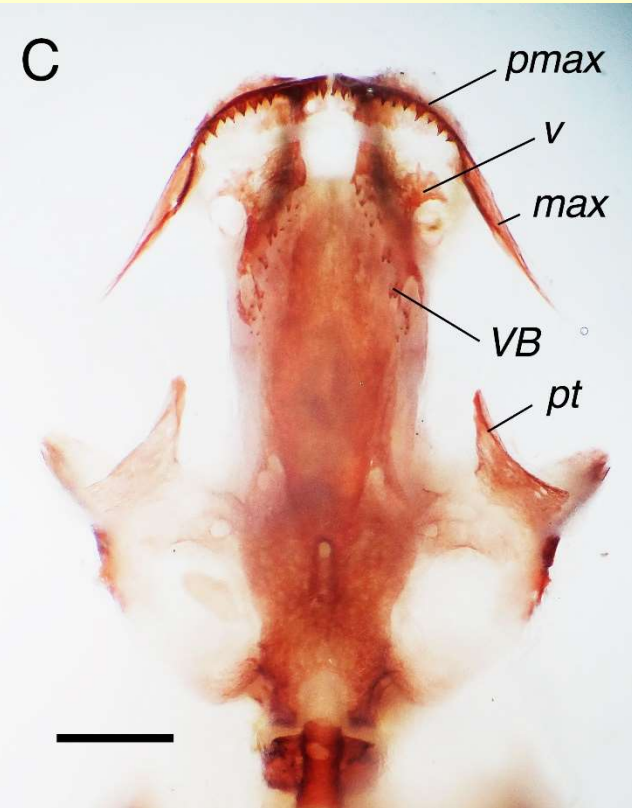
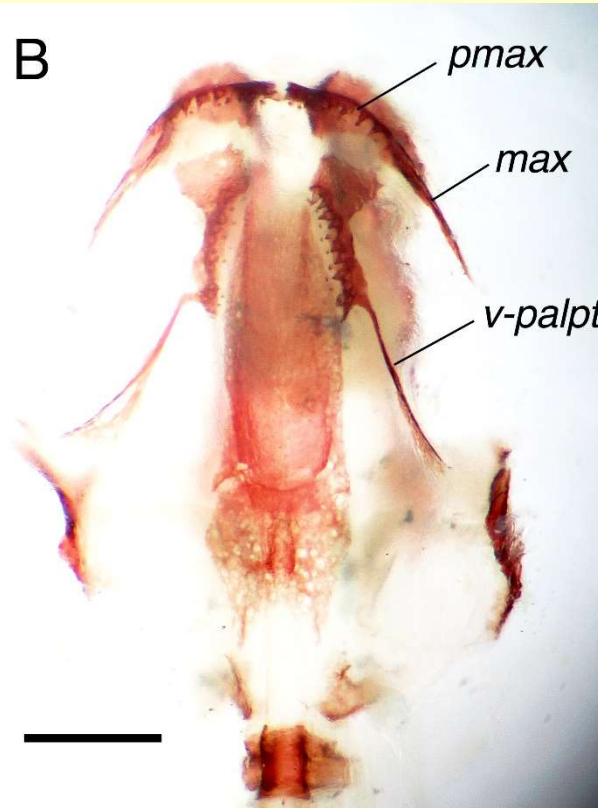
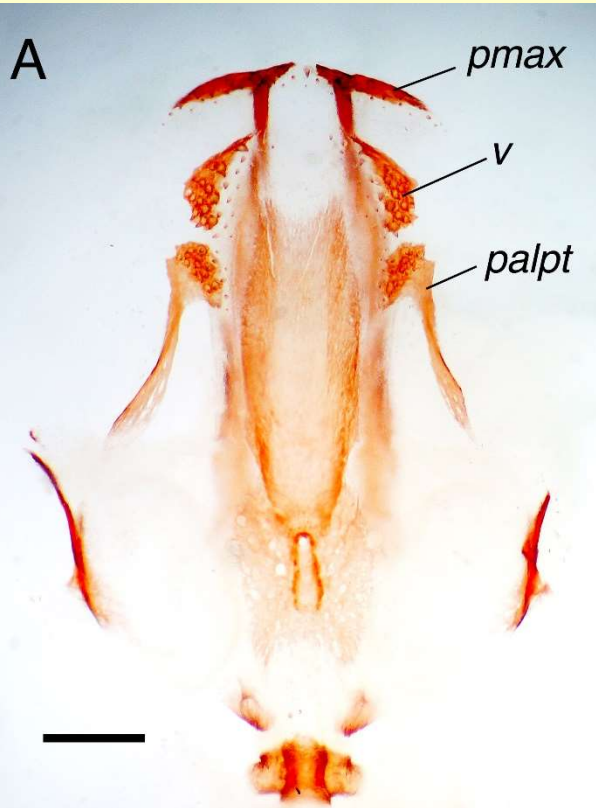
Личинок с момента вылупления выращивали в воде с добавлением разных концентраций трийодтиронина (T₃), в воде с добавлением тиомочевины (TM) и в чистой воде (контроль).

0.02%	чистая вода	1 ng/mL	2 ng/mL
TU		T ₃	T ₃

Скорость краниогенеза в экспериментальных условиях



Ускорение формирования костей под действием экзогенного ТГ:

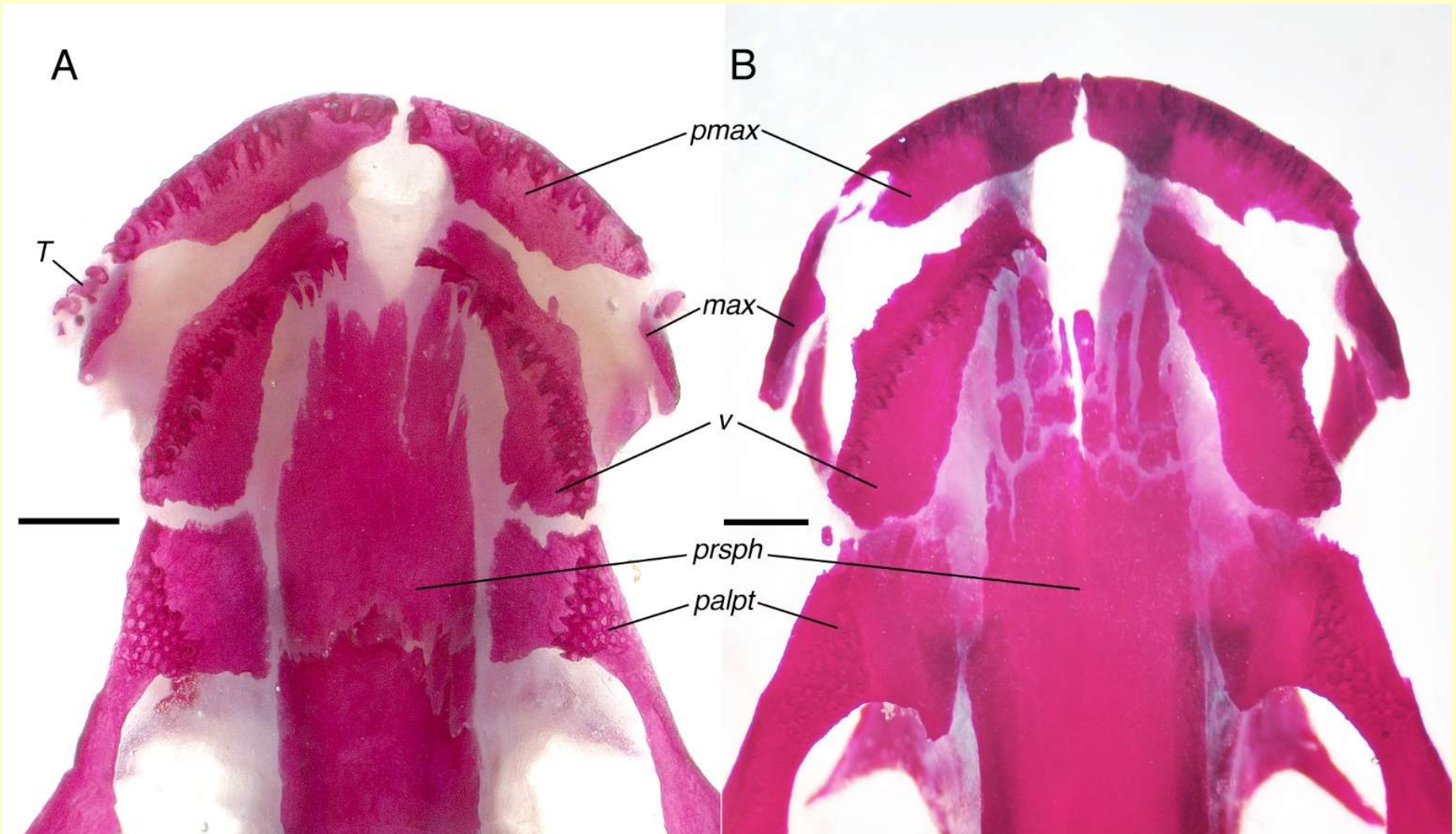


контроль

T_3 1 нг/мл

T_3 2 нг/мл

Сохранение признаков личиночной морфологии под действием гойтрогена:

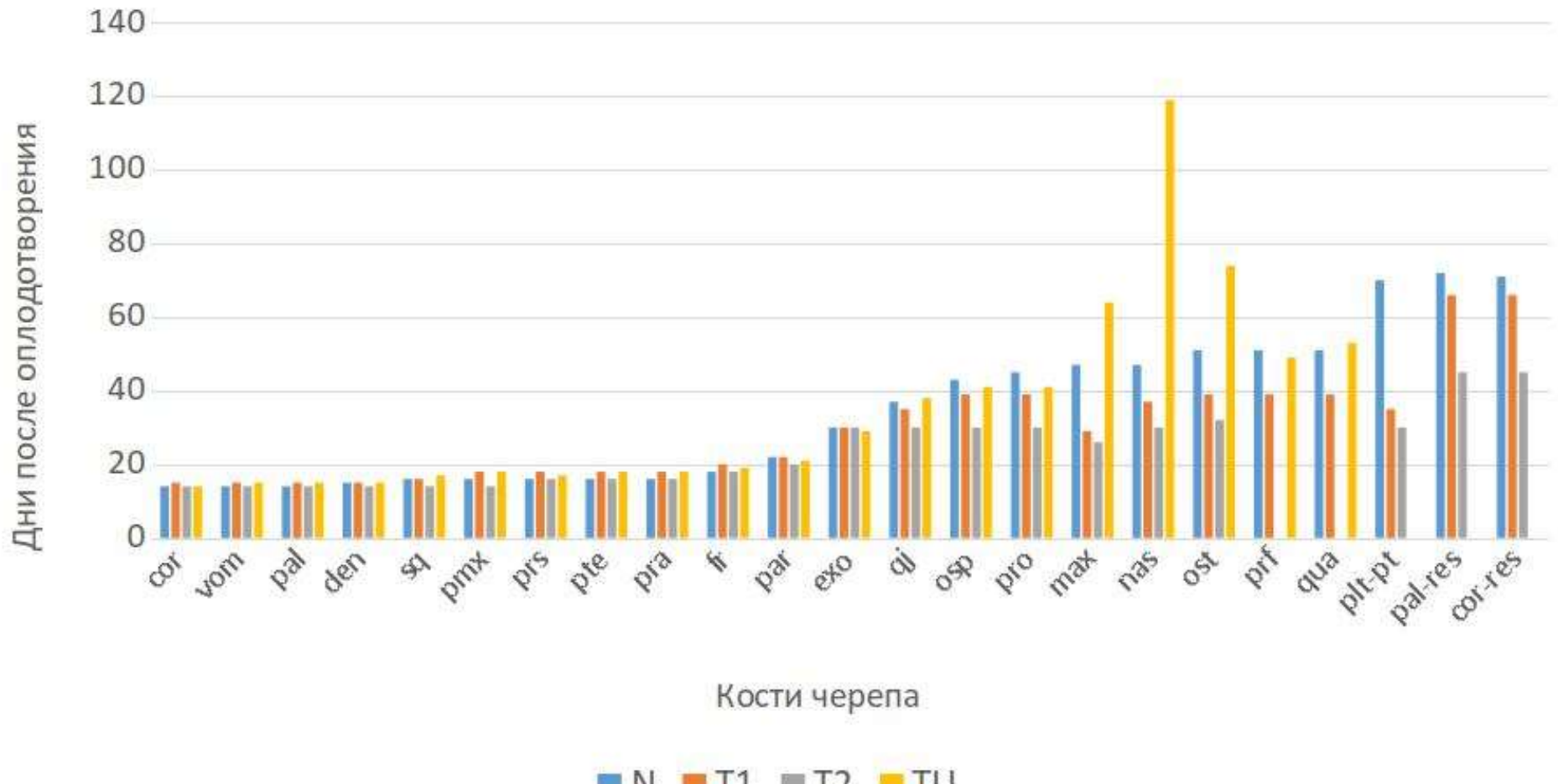


157 дней

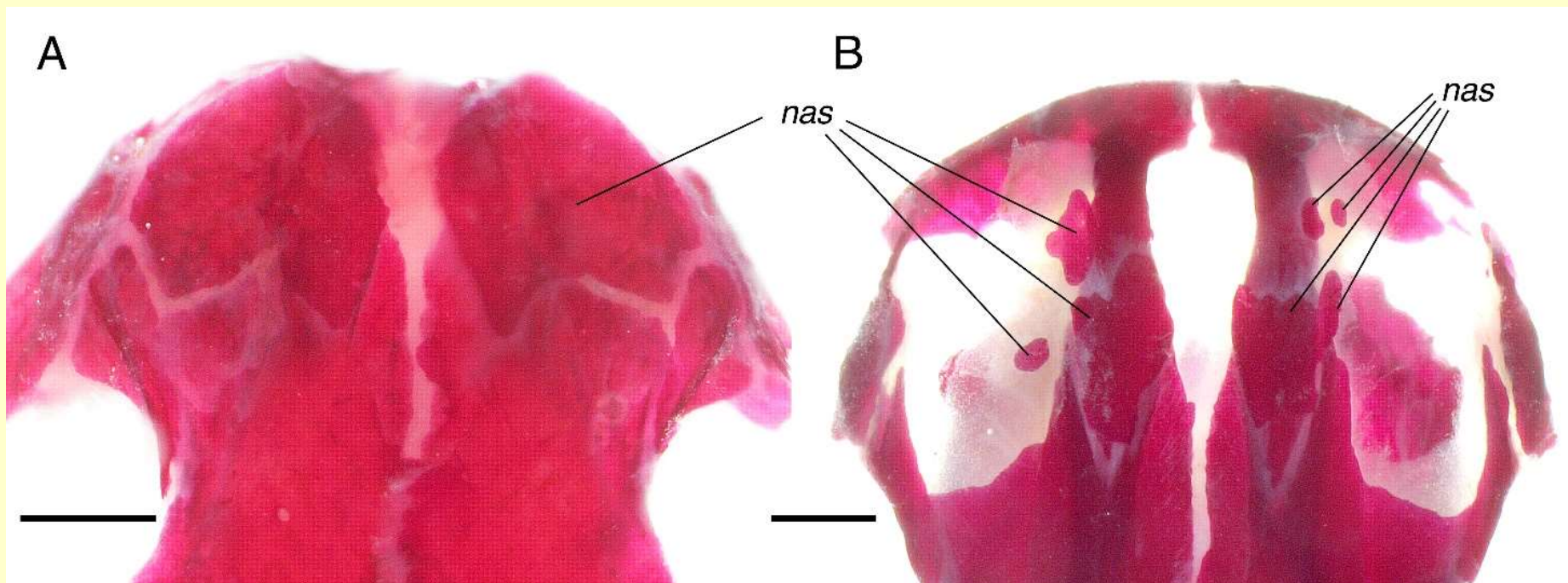
358 дней

Изменчивость скорости формирования костей в экспериментальных условиях

Время (по дням) формирования костей черепа
при разных уровнях ТГ



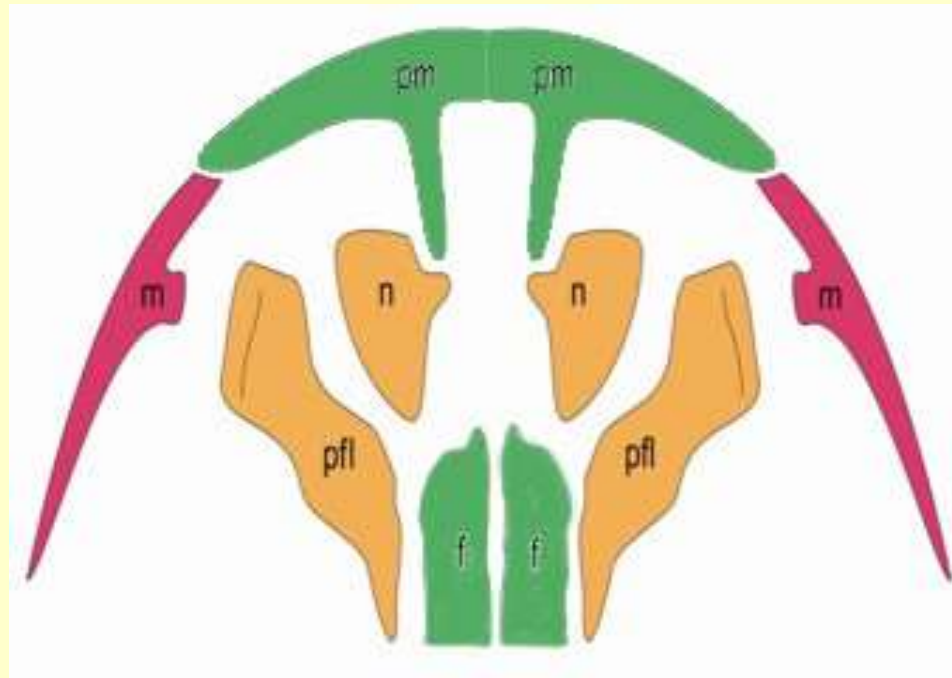
Недоразвитие костей ростральной области под действием гойтрогена:



контроль
79 дней

TU 0.02%
358 дней

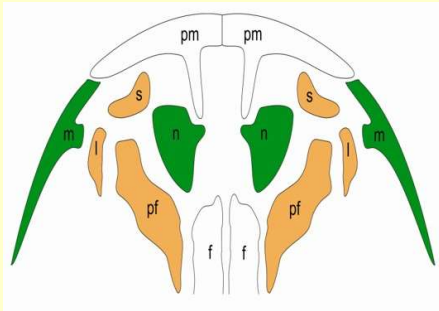
Зависимость костей черепа от ТГ у *Pleurodeles waltl*:



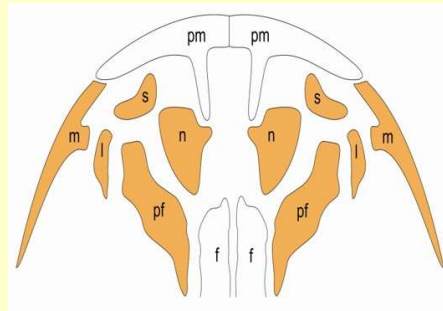
- кость независима от ТГ
- кость частично зависима от ТГ
- кость индуцируется ТГ

Усиление роли ТГ в формировании черепа Urodela

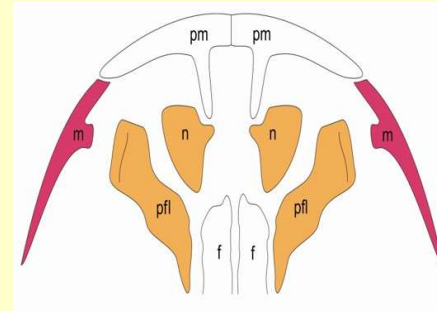
Кости роstralной области:



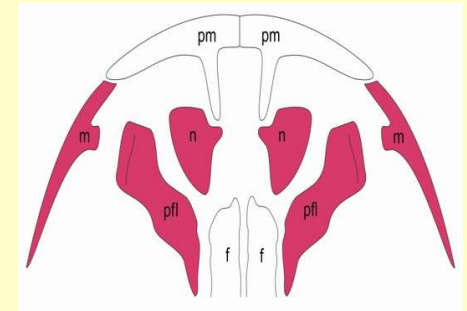
*Salamandrella
keyserlingi*



*Ambystoma
mexicanum*



Pleurodeles waltl



Lissotriton vulgaris



кость независима от ТГ



кость частично зависима от ТГ



кость индуцируется ТГ

f - frontale

l – lacrimale

m – maxillare

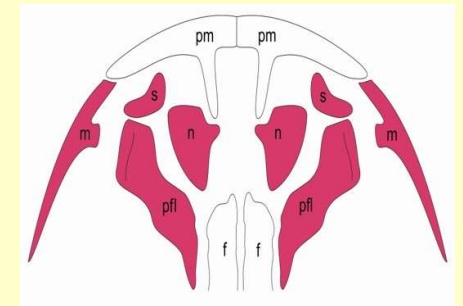
n – nasale

pf – praefrontale

pfl - praefrontolacrimal

pm – praemaxillare

s – septomaxillare



Eurycea bislineata
(Plethodontidae)
(по данным Rose,
1995,1996)

Основные выводы:

- Порядок формирования окостенений черепа устойчив на ранних этапах краниогенеза и изменчив на поздних этапах.
- Причина изменчивости заключается в разной чувствительности костей к тиреоидным гормонам.
- Зависимость краниогенеза от ТГ меняется не только в онто-, но и в филогенезе.

Результаты опубликованы:

Received: 18 December 2019

Revised: 6 April 2020

Accepted: 7 April 2020

DOI: 10.1111/joa.13210

ORIGINAL PAPER

ANATOMICAL
SOCIETY

Journal of **Anatomy**

WILEY

Skull development in the Iberian newt, *Pleurodeles waltl* (Salamandridae: Caudata: Amphibia): timing, sequence, variations, and thyroid hormone mediation of bone appearance

Sergei V. Smirnov | Ksenia M. Merkulova | Anna B. Vassilieva 

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract

The cranial ossification sequence in *Pleurodeles waltl* is widely used in phylogenetic

Спасибо за внимание!