Only a theory: Why birds fly, why mammals stayed small, and why dinosaurs became big and died out

Marcus Clauss

Clinic for Zoo Animals, Exotic Pets and Wildlife, Vetsuisse Faculty, University of Zurich, Switzerland

***Science and Barbecue** Zürich August 2012*

Research Unit 533
Sauropod Biology
DFG

better late than never

SAUROPOD
NUTRITION
SQUAD

... or how listening to interdisciplinary gossip, riding trains and drawing pictures can lead to high attention-generating and completely non-useful hypotheses.

DFG Research Group 533

Sauropod Biology - the Evolution of Gigantism

DFG Research Group 533

Sauropod Biology - the Evolution of Gigantism

Digestive physiology supervisors

Jürgen Hummel

Marcus Clauss

DFG Research Group 533

Sauropod Biology - the Evolution of Gigantism

Digestive physiology supervisors

Jürgen Hummel

Marcus Clauss

Digestive physiology PhD students & associates

Julia Fritz

Ragna Franz

Patrick Steuer

DFG Research Group 533

Sauropod Biology - the Evolution of Gigantism

(Digestive physiology) supervisors

Jürgen Hummel

Chris Carbone

Marcus Clauss

Digestive physiology PhD students & associates

Julia Fritz

Ragna Franz

Patrick Steuer

DFG Research Group 533

Sauropod Biology - the Evolution of Gigantism

(Digestive physiology) supervisors

Jürgen Hummel

Chris Carbone

Marcus Clauss

Digestive physiology PhD students & associates

Julia Fritz

Ragna Franz

Patrick Steuer

Dennis Müller

Daryl Codron

Irina Nurutdinova

DFG Research Group 533

Sauropod Biology - the Evolution of Gigantism

(Digestive physiology) supervisors

Jürgen Hummel

Chris Carbone

Marcus Clauss

Digestive physiology PhD students & associates

Julia Fritz

Ragna Franz

Patrick Steuer

Dennis Müller

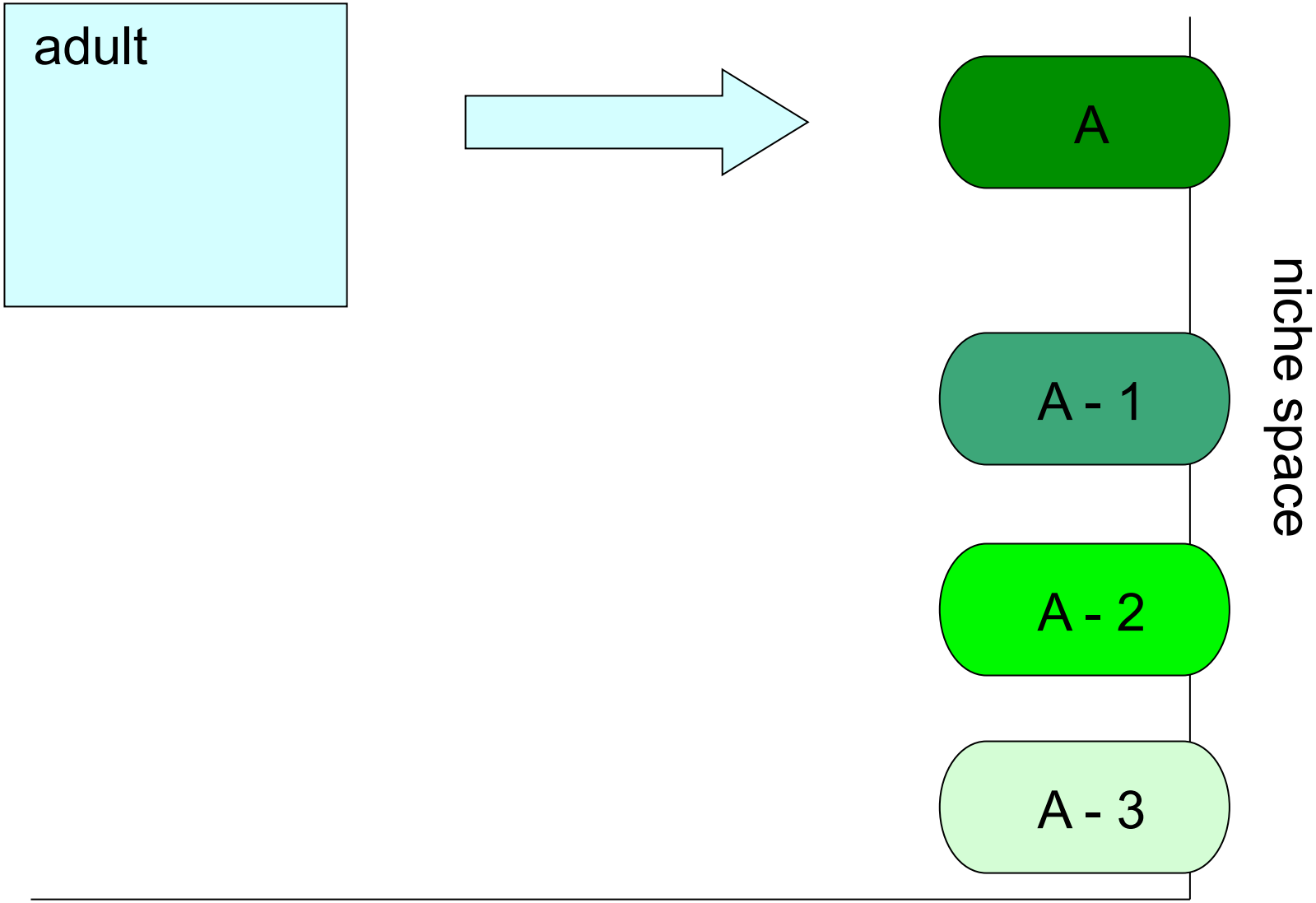
Daryl Codron

Irina Nurutdinova

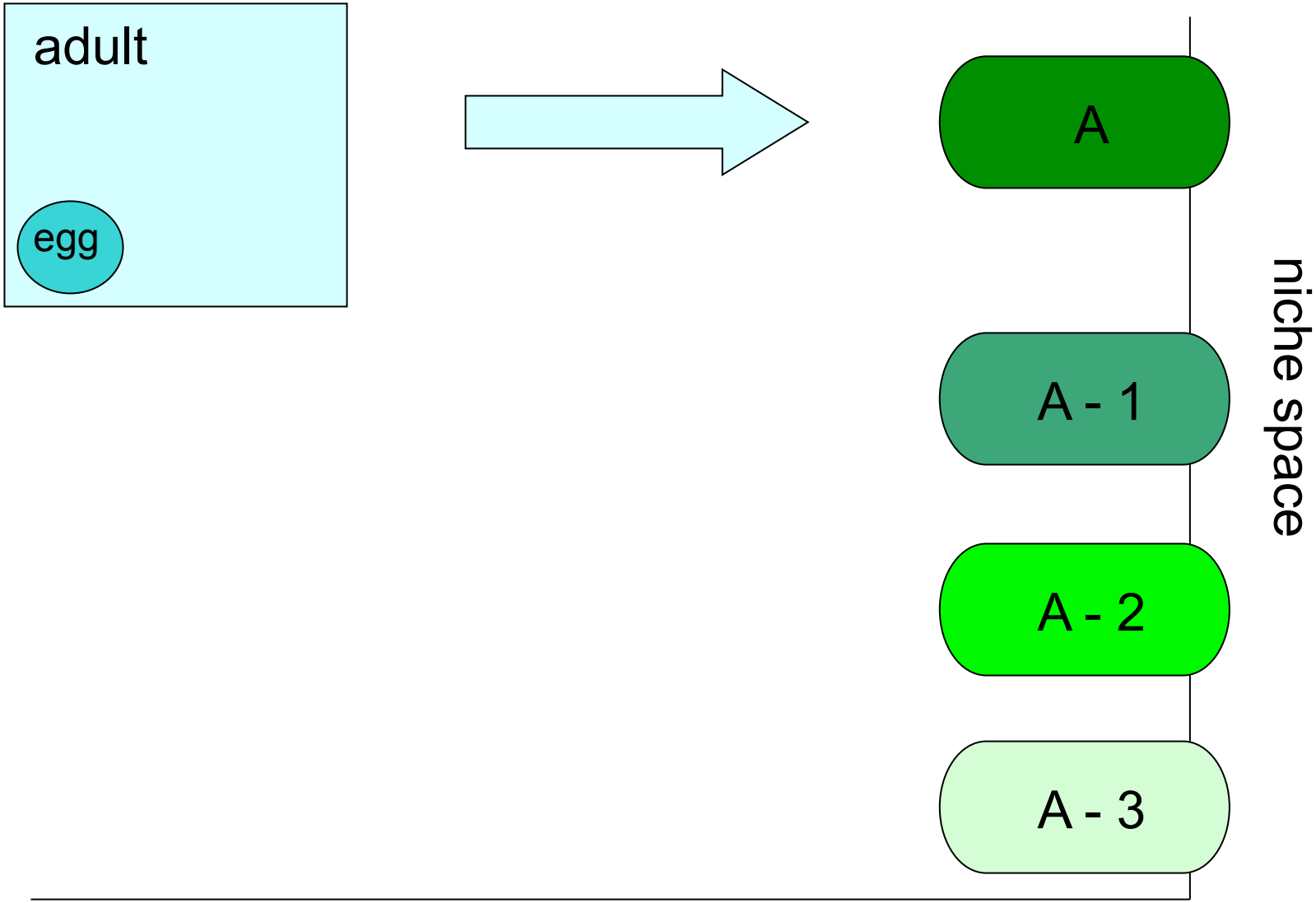
Assumptions

- Niche stratification according to body size (=body mass)
- Eggs cannot increase endlessly in size because of physical constraints on egg shell thickness (stronger shells needed for larger eggs) and diffusion (thicker shells prevent diffusion of oxygen)
- The K-T extinction event affected all animals above a certain body size threshold

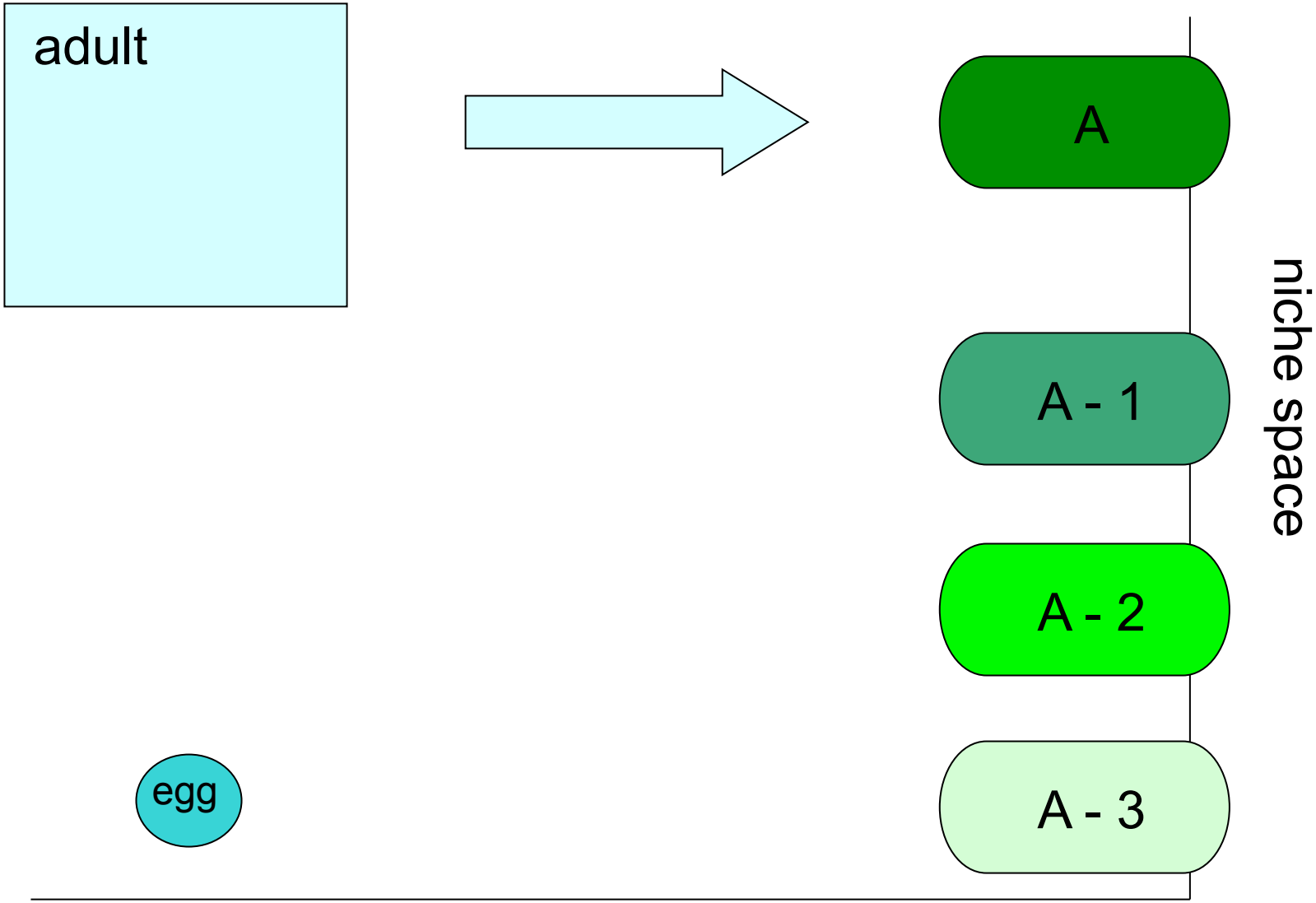
Niches of parent and offspring



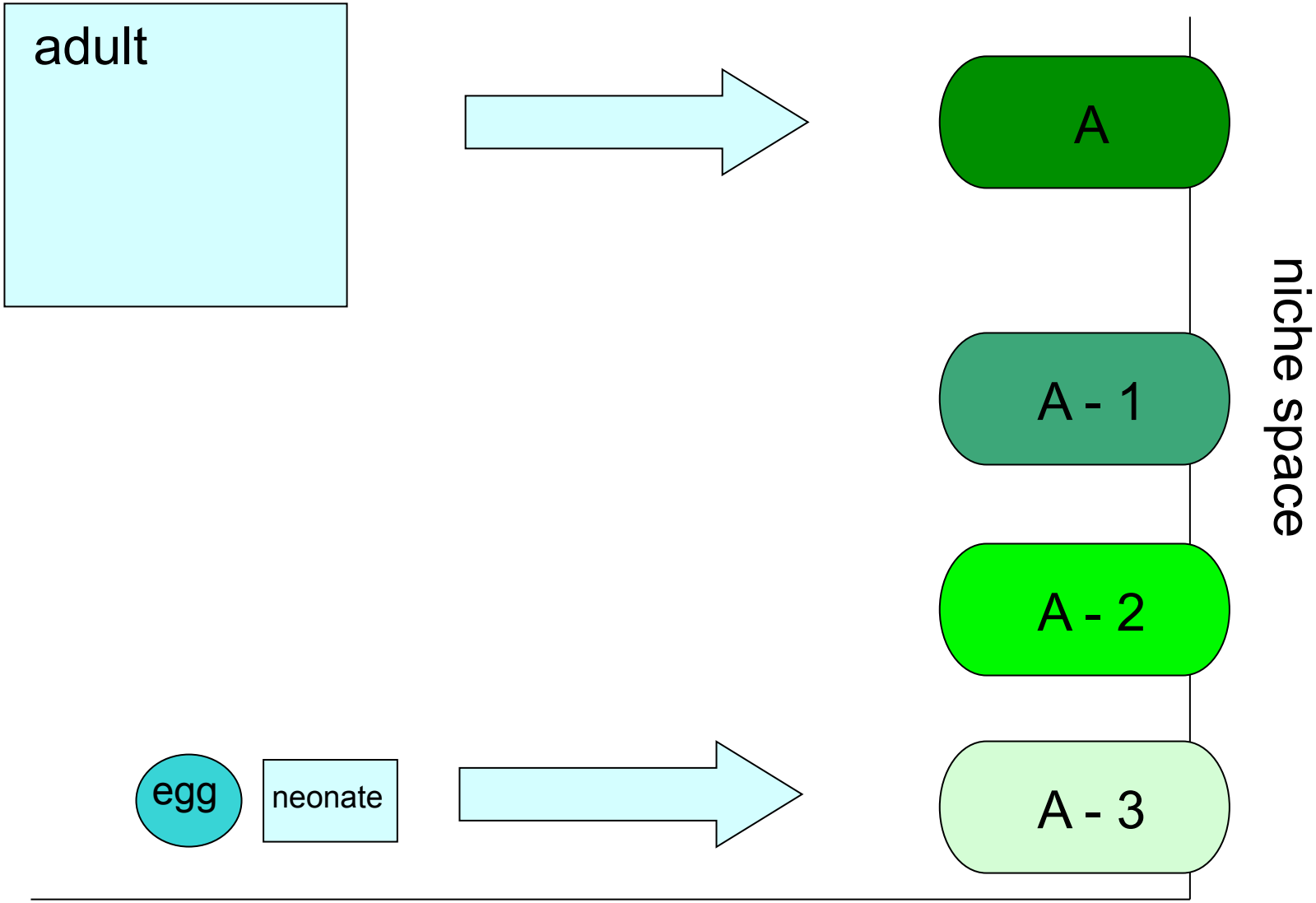
Niches of parent and offspring



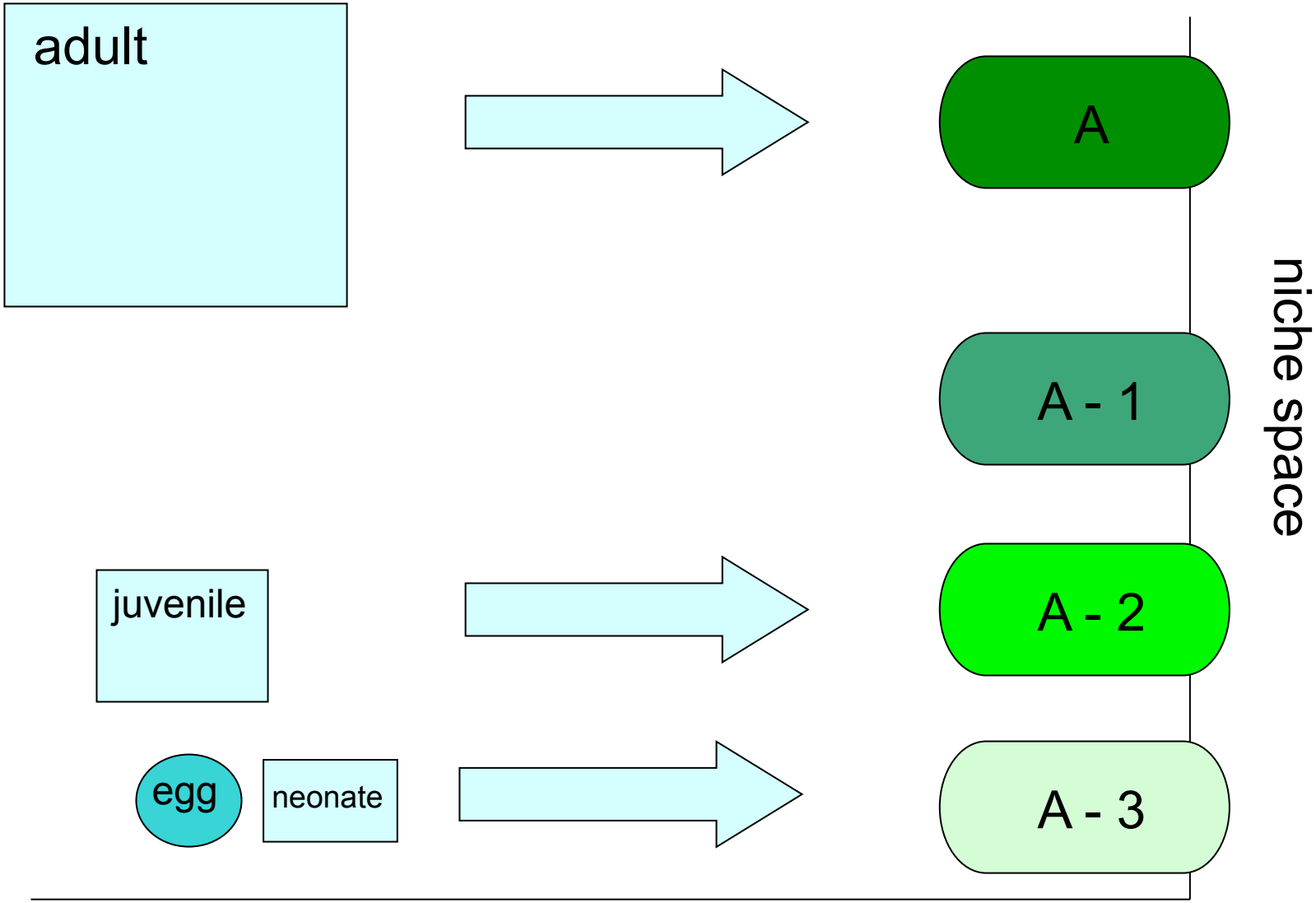
Niches of parent and offspring



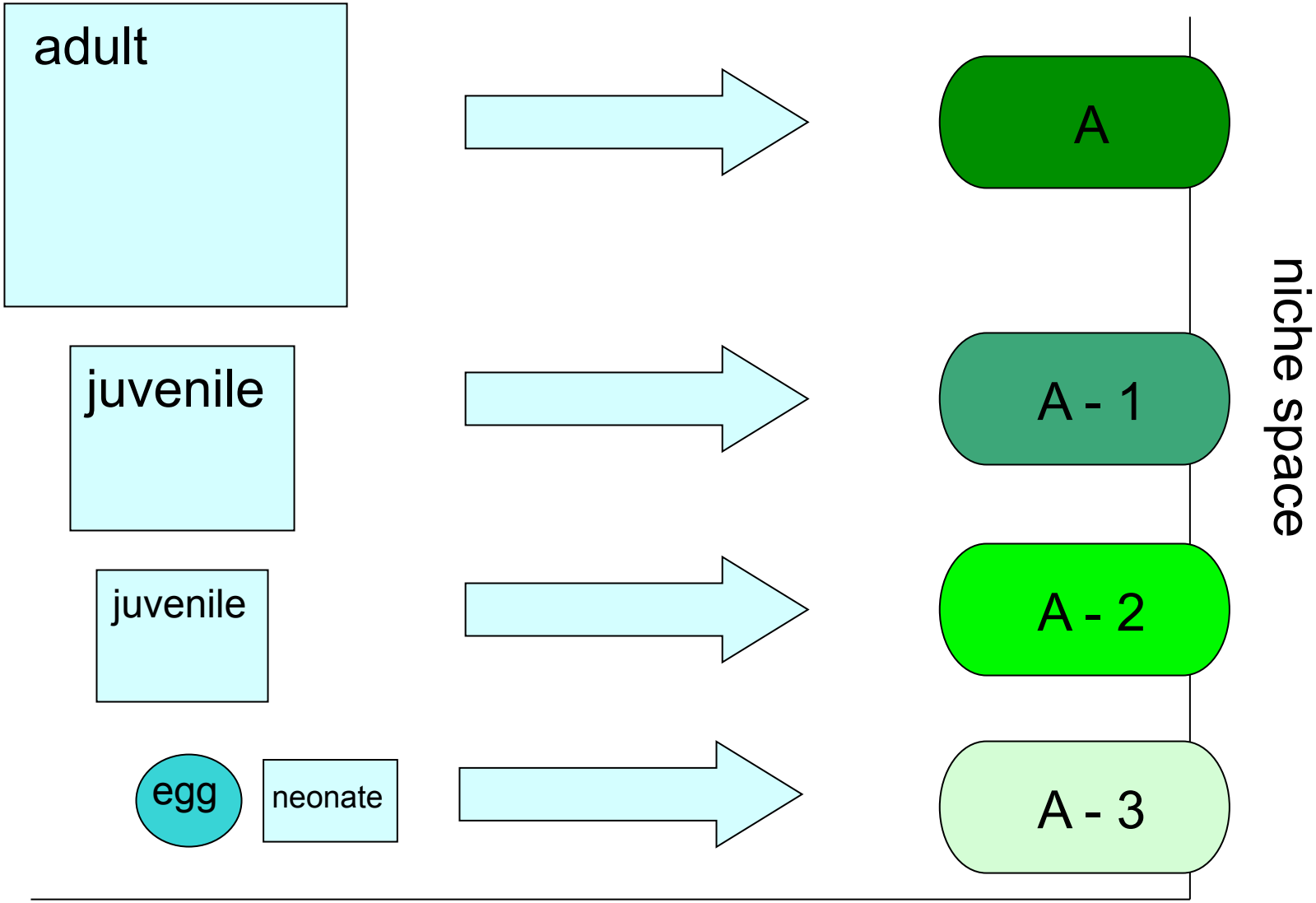
Niches of parent and offspring



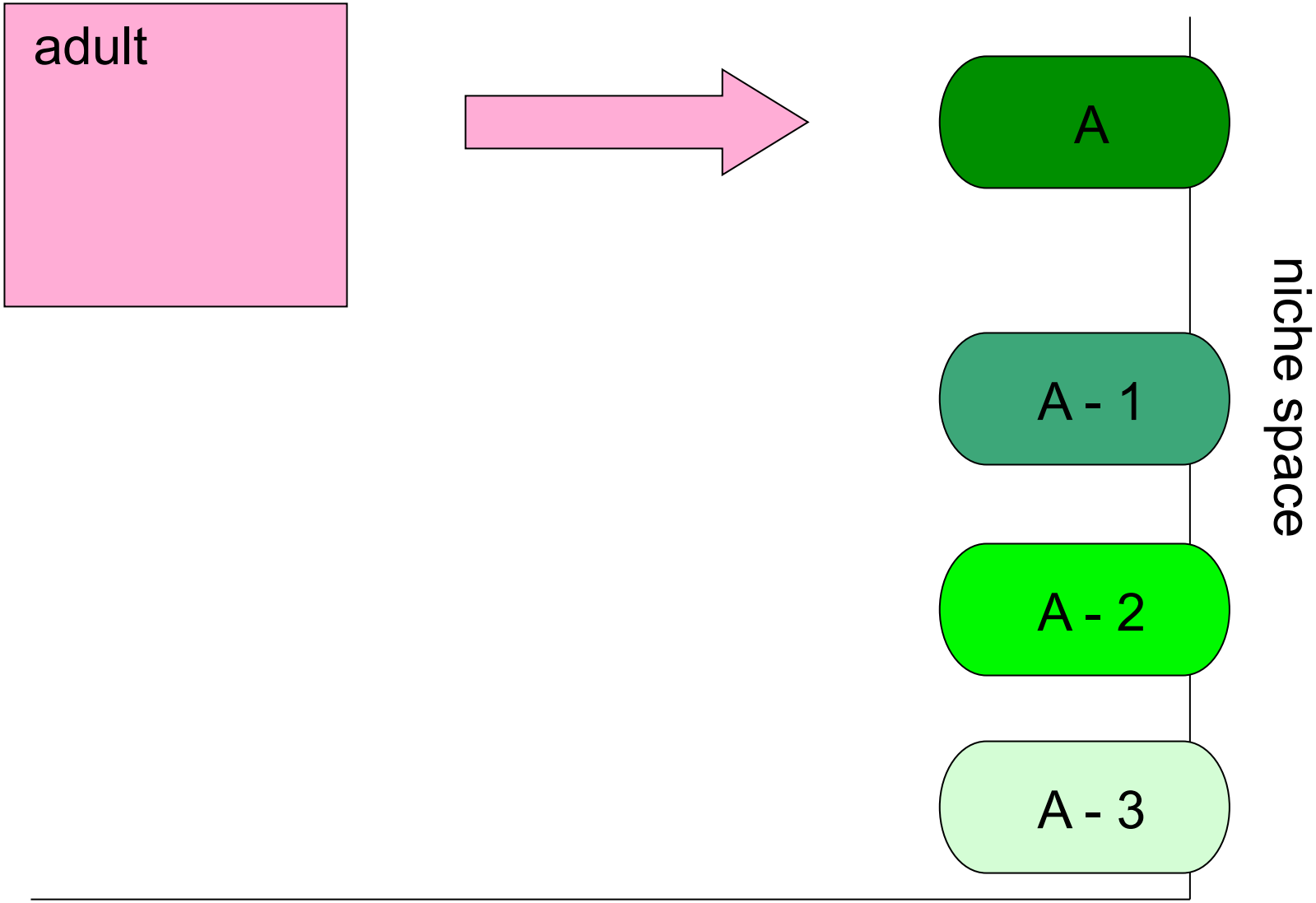
Niches of parent and offspring



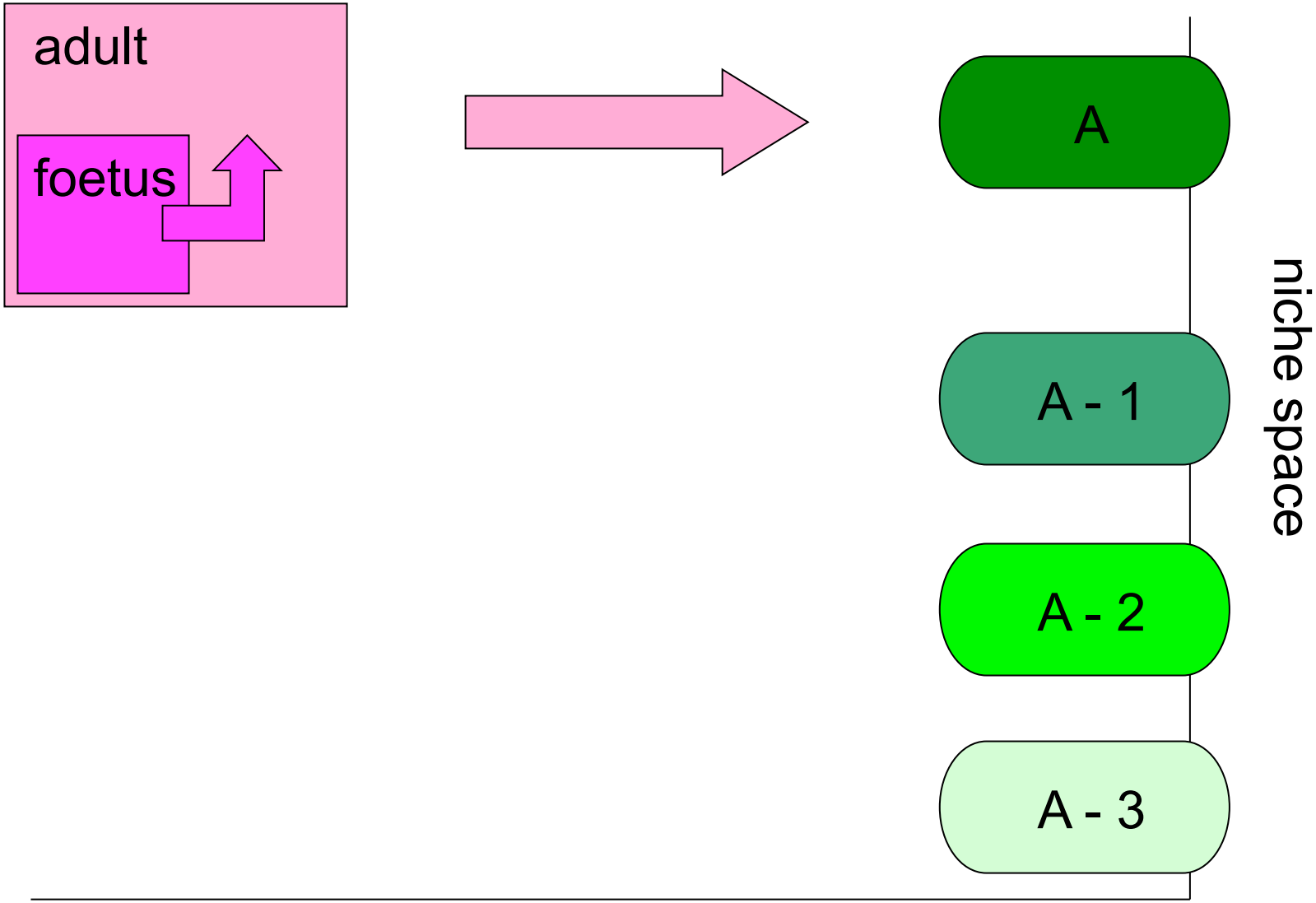
Niches of parent and offspring



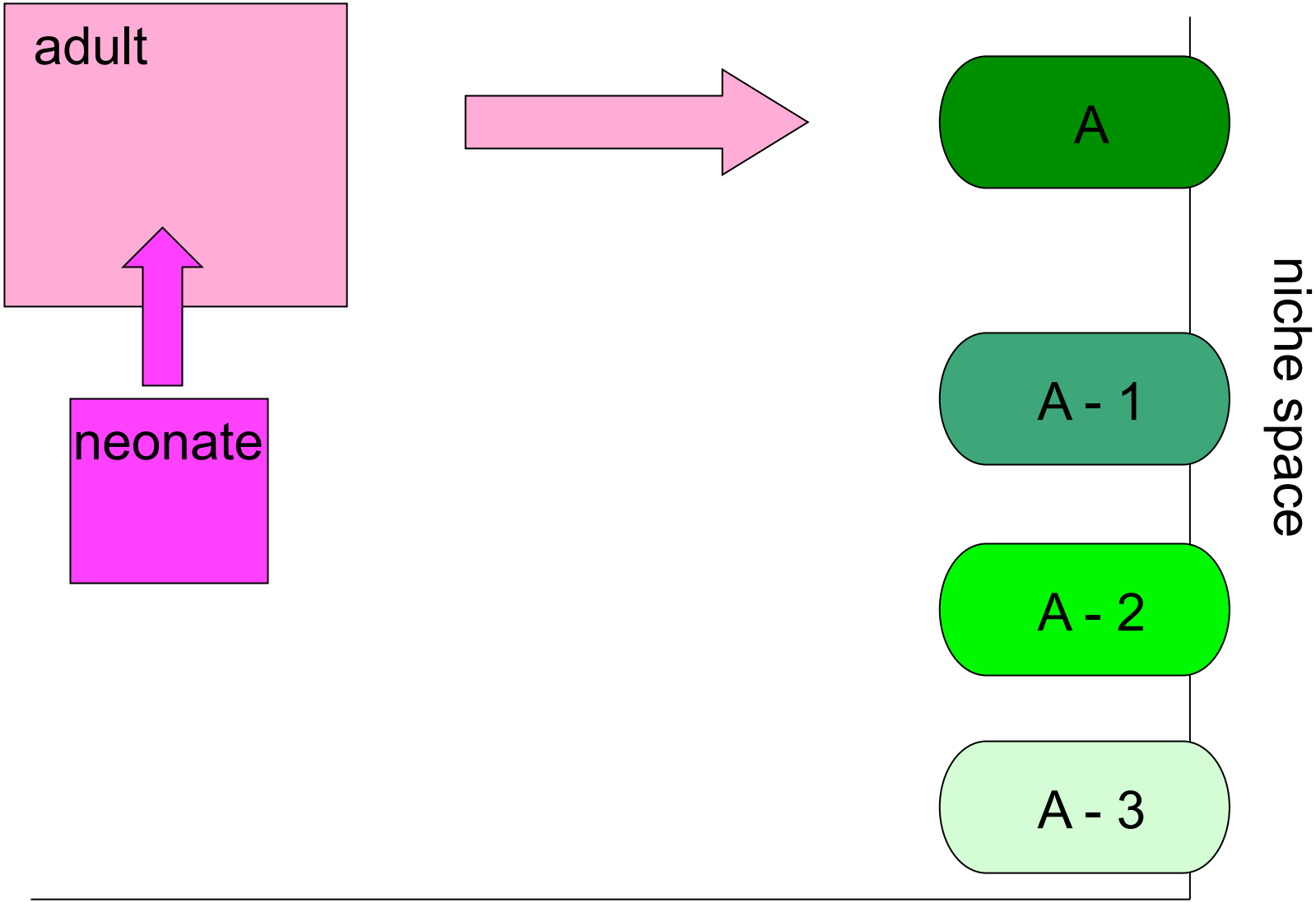
Niches of parent and offspring



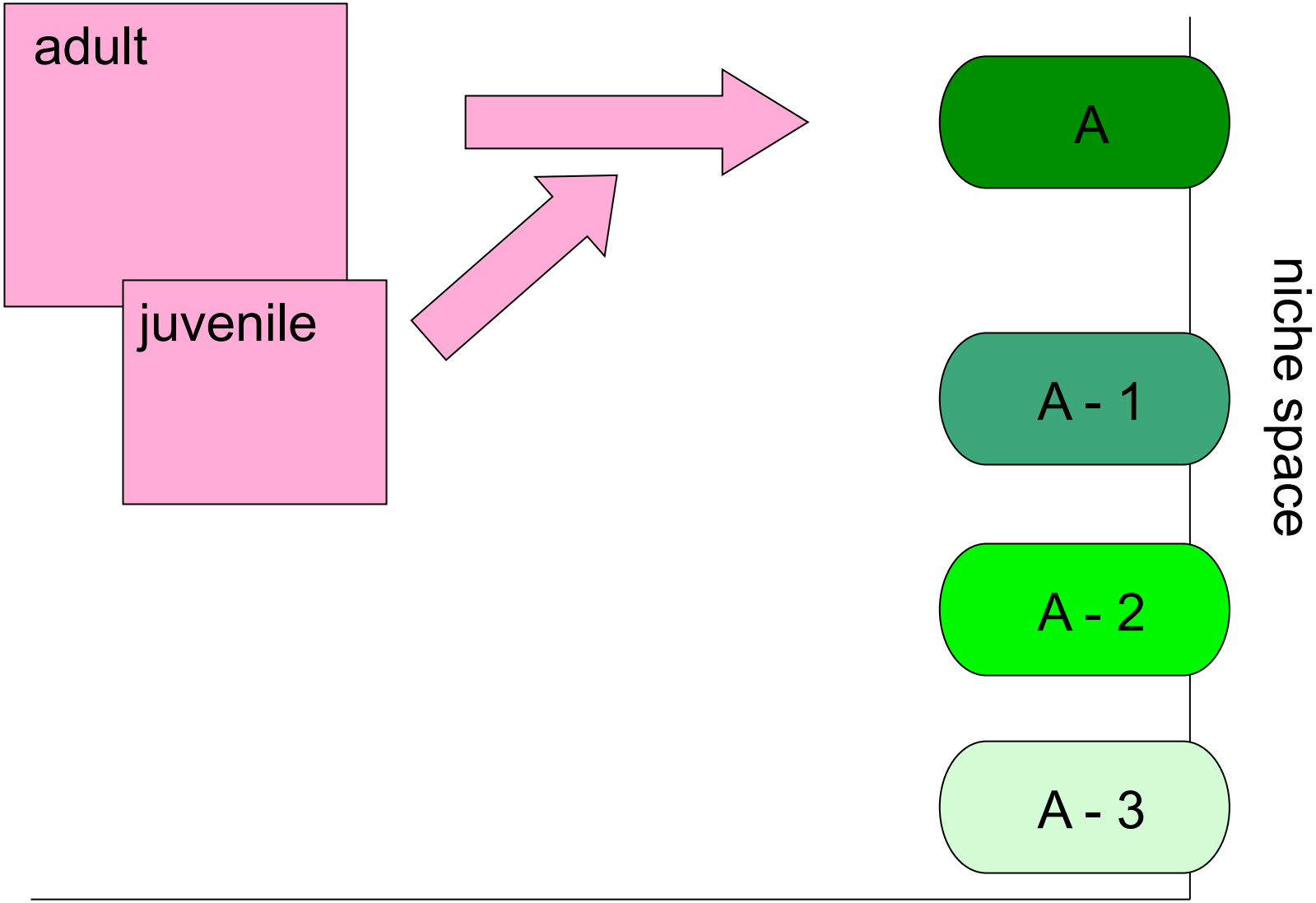
Niches of parent and offspring



Niches of parent and offspring

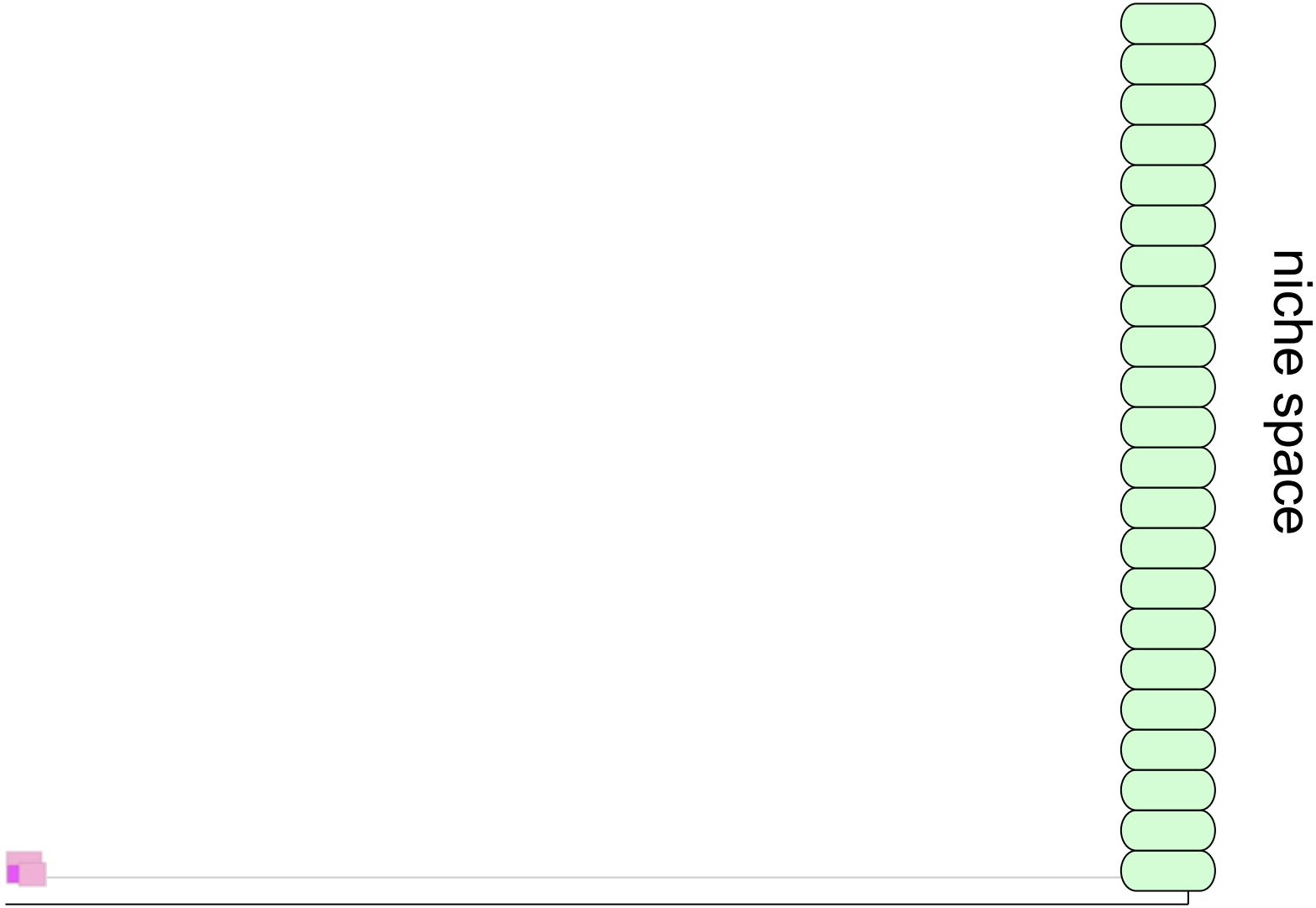


Niches of parent and offspring

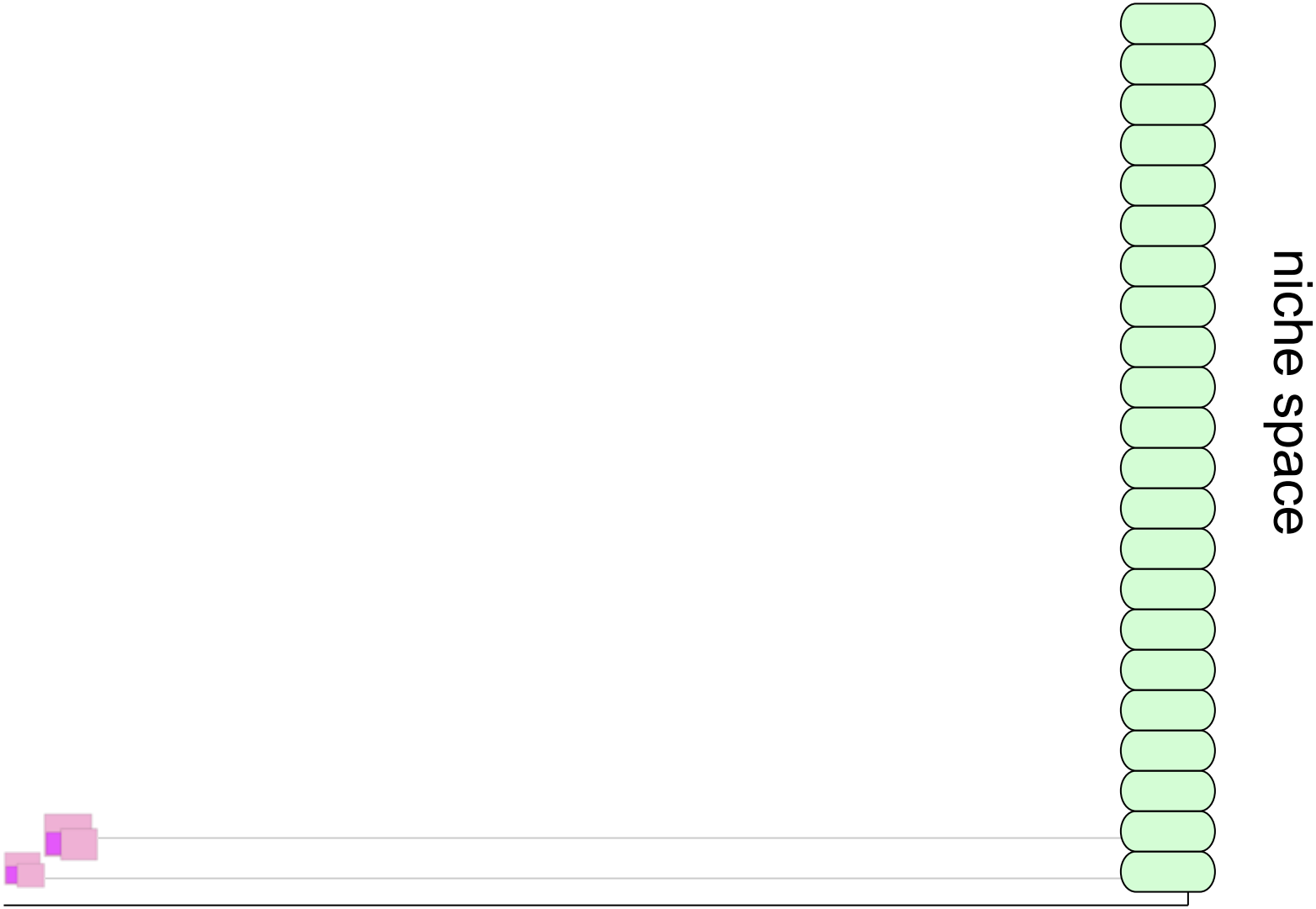


Niches of parent and offspring

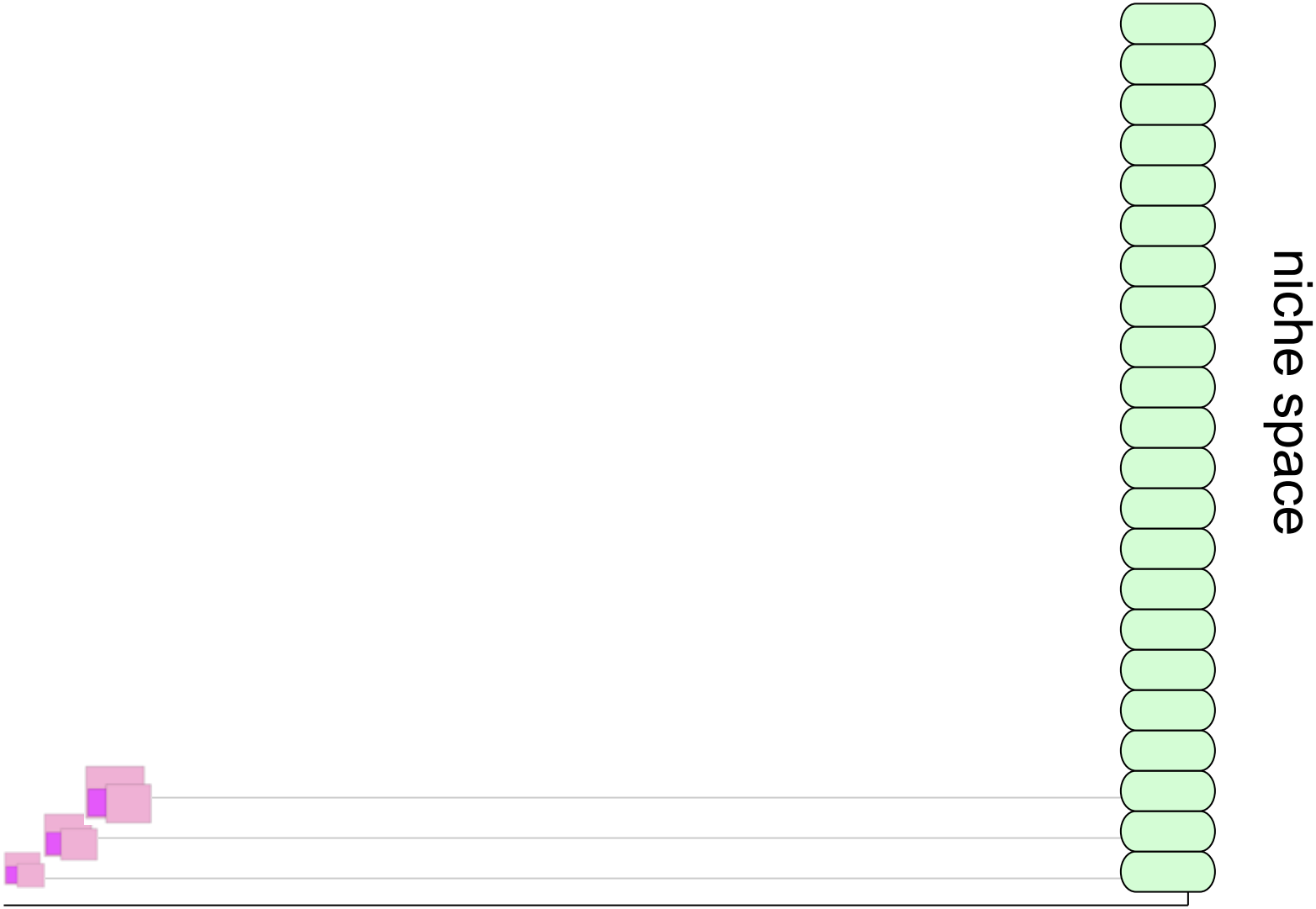
Niches of parent and offspring



Niches of parent and offspring

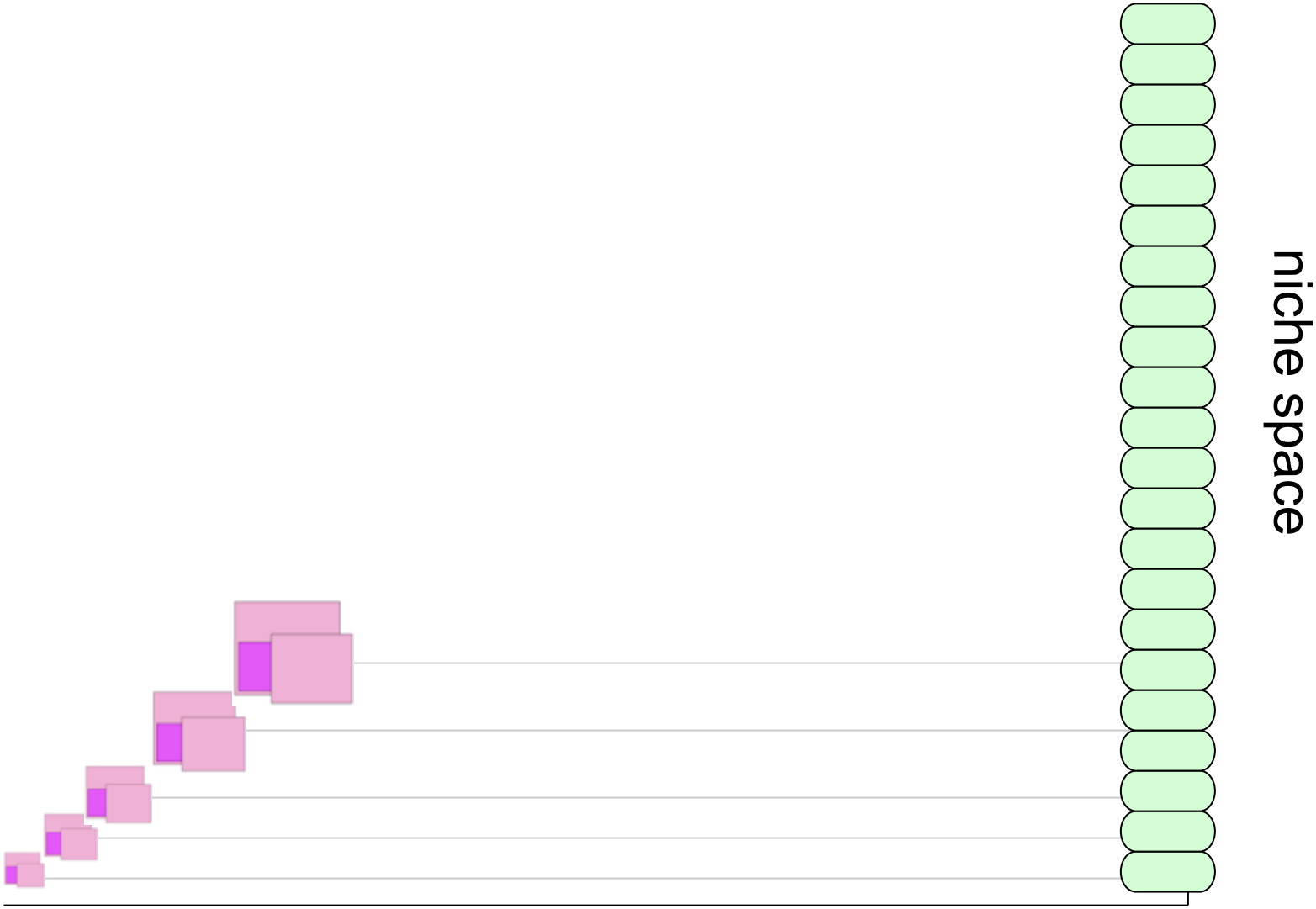


Niches of parent and offspring

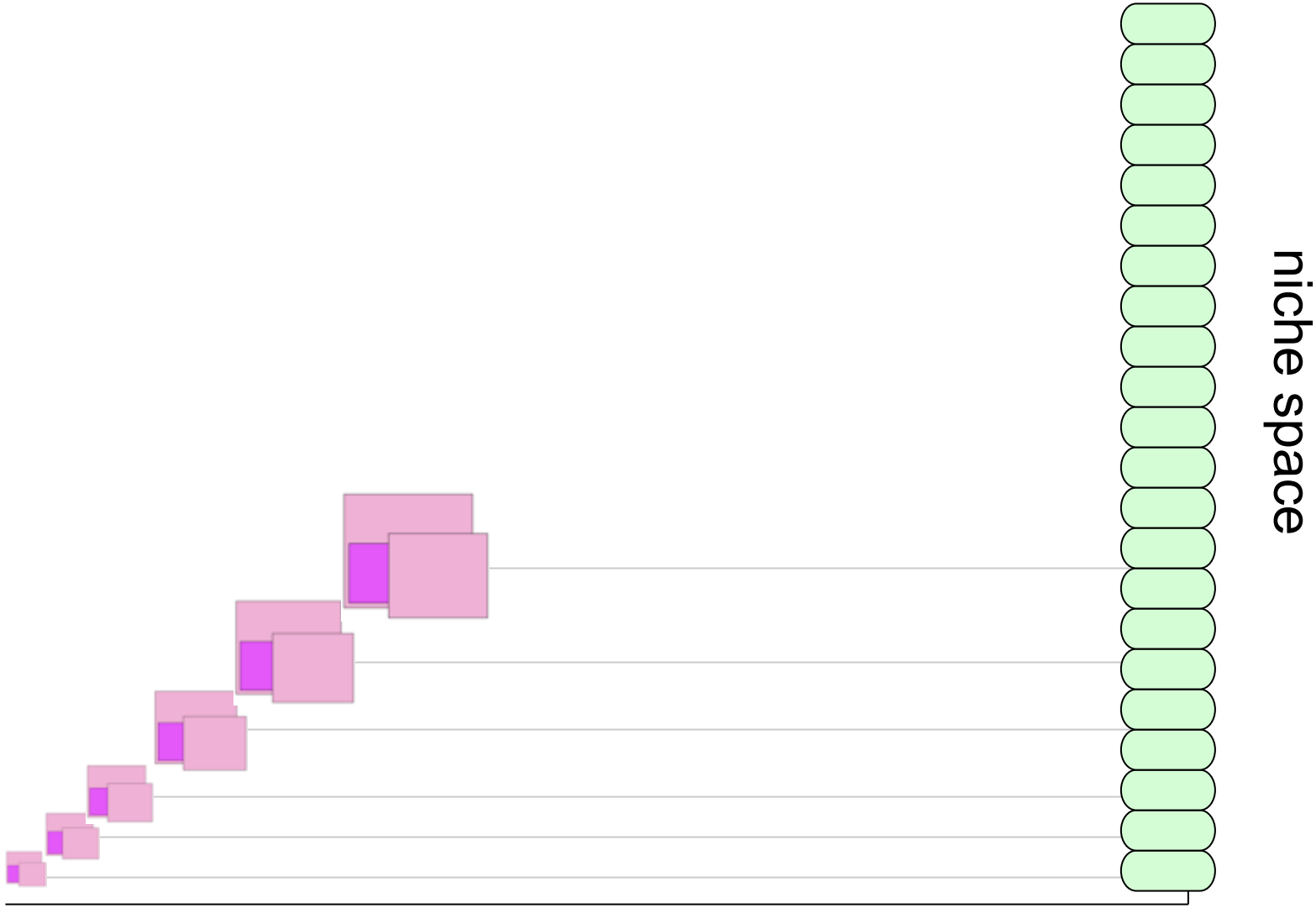


Niches of parent and offspring

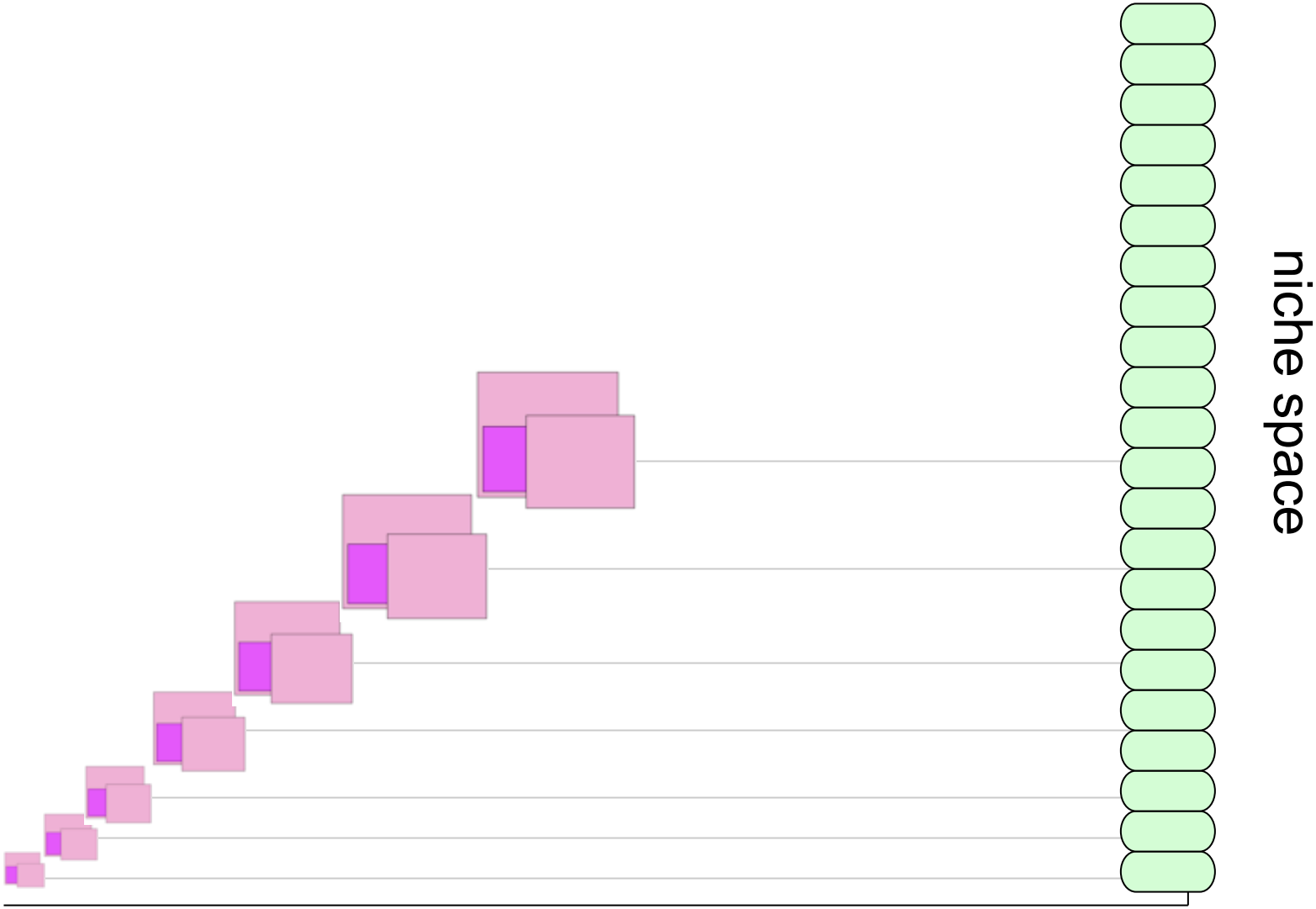
Niches of parent and offspring



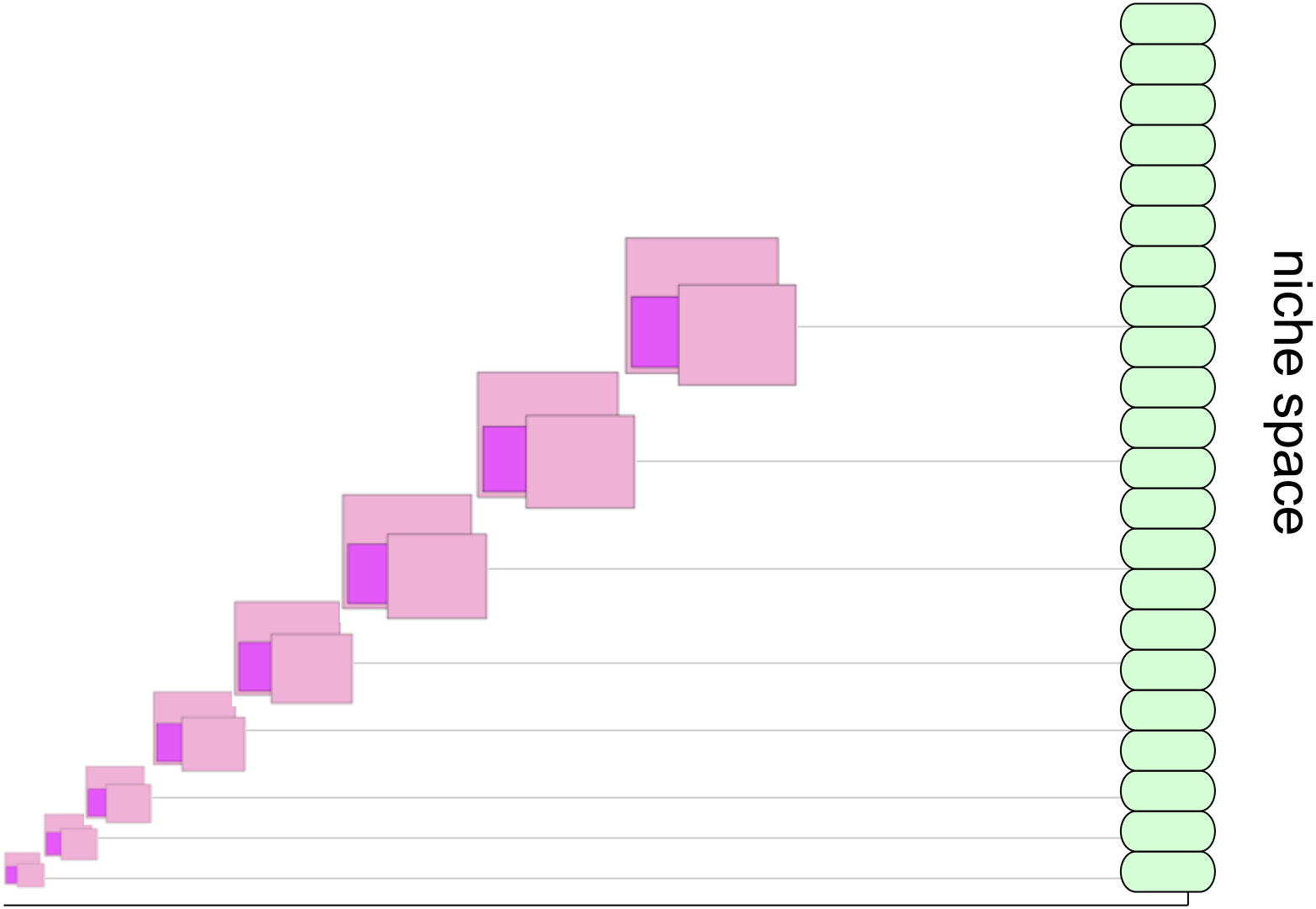
Niches of parent and offspring



Niches of parent and offspring

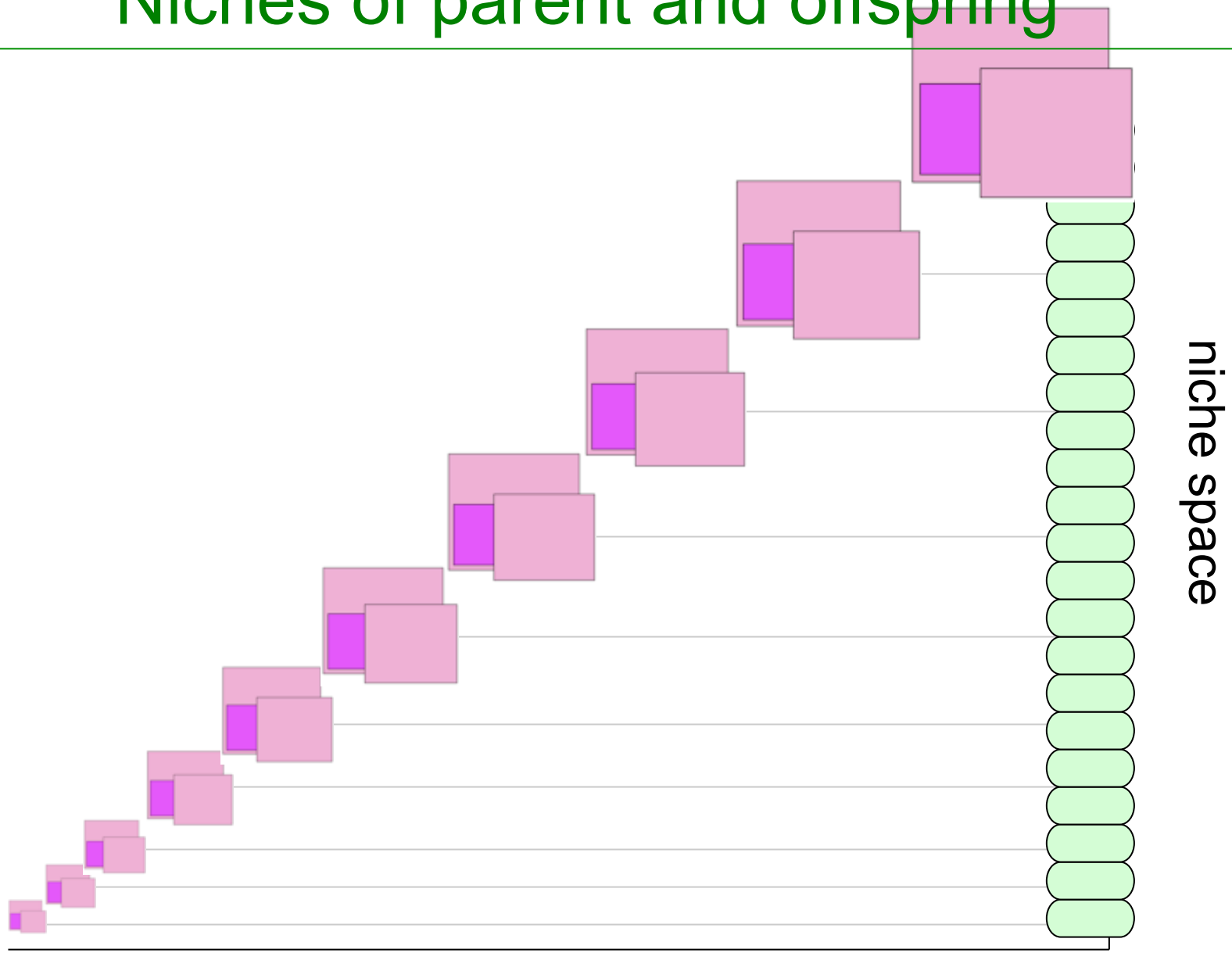


Niches of parent and offspring



Niches of parent and offspring

Niches of parent and offspring

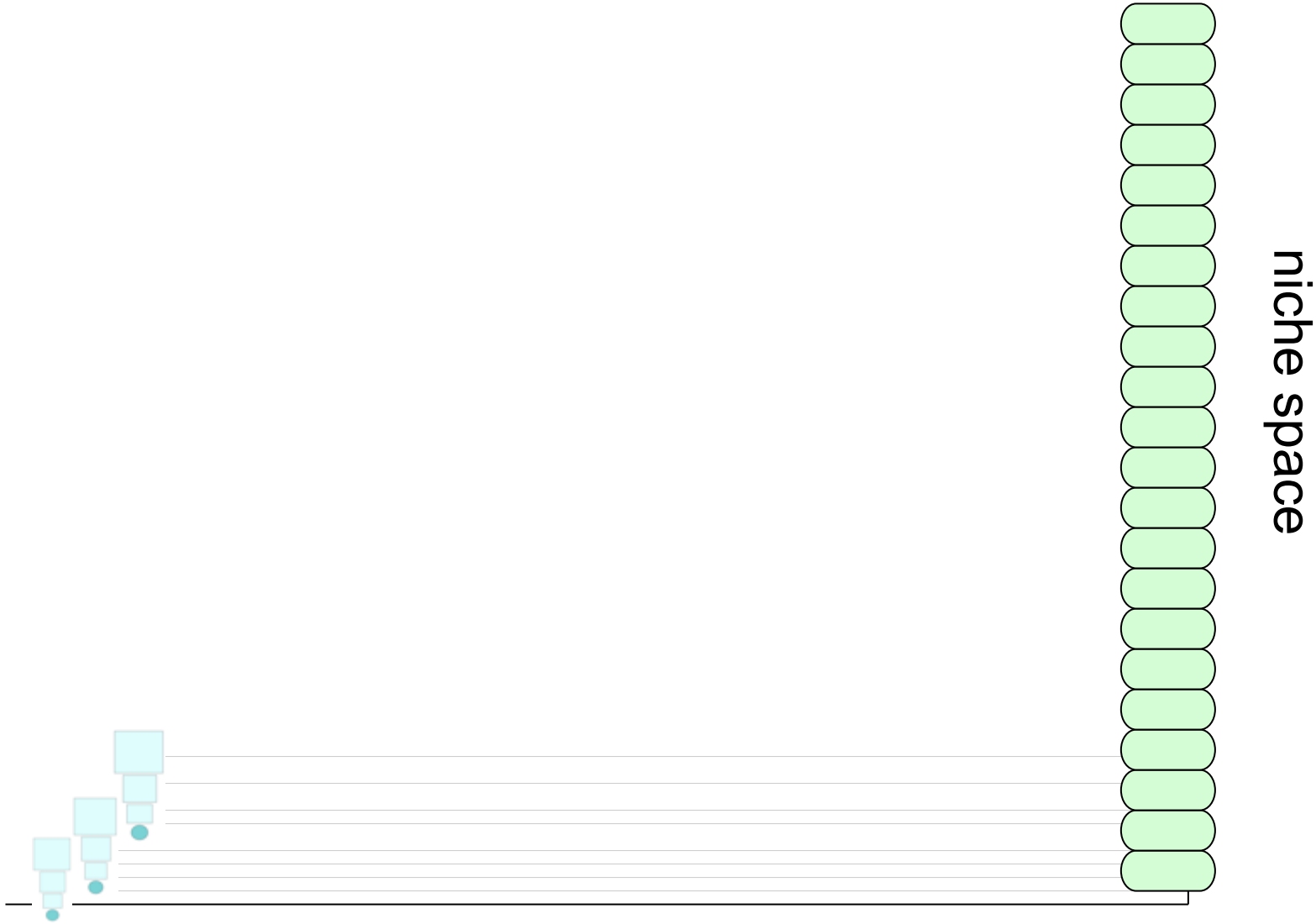


Niches of parent and offspring

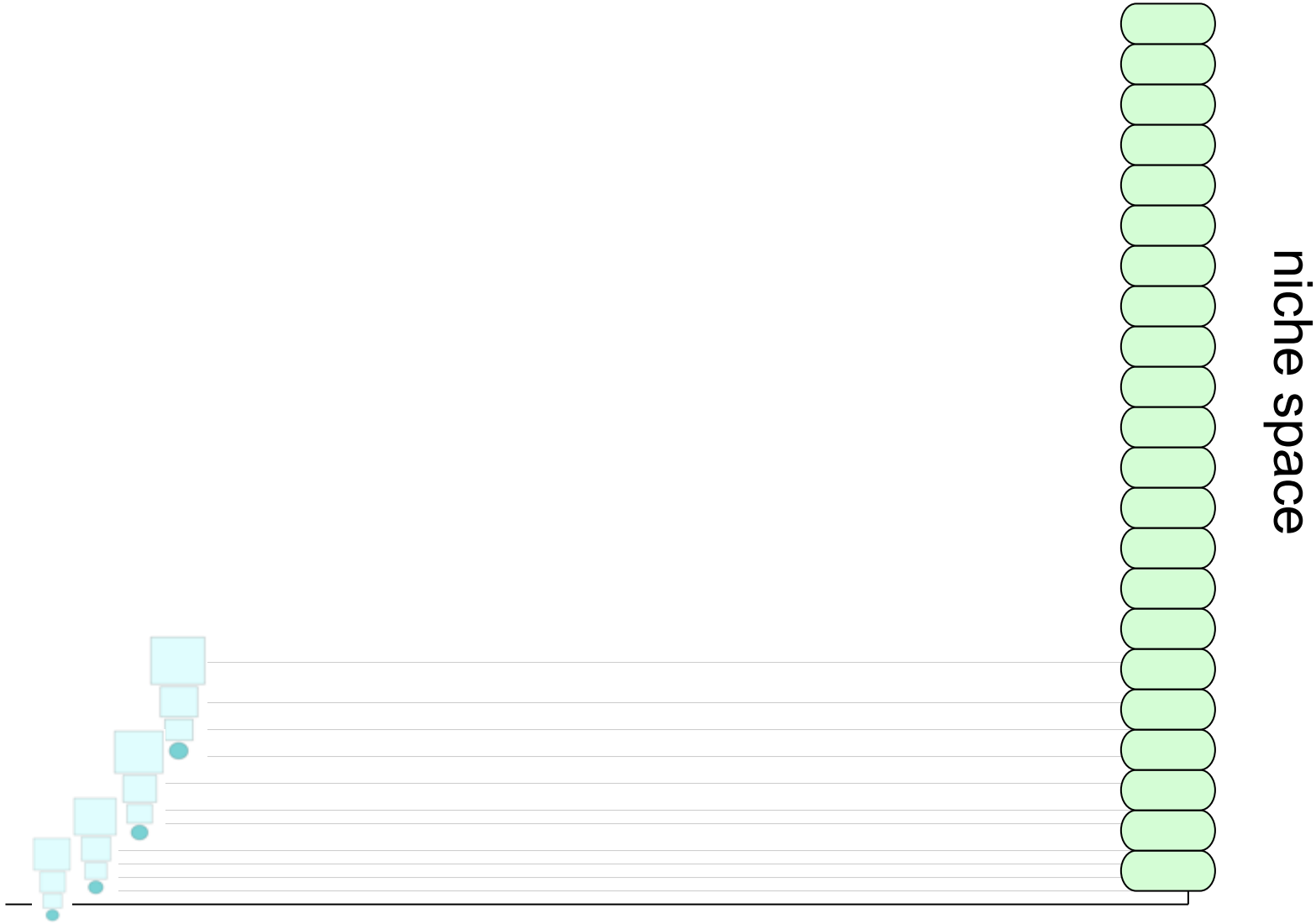
Niches of parent and offspring

Niches of parent and offspring

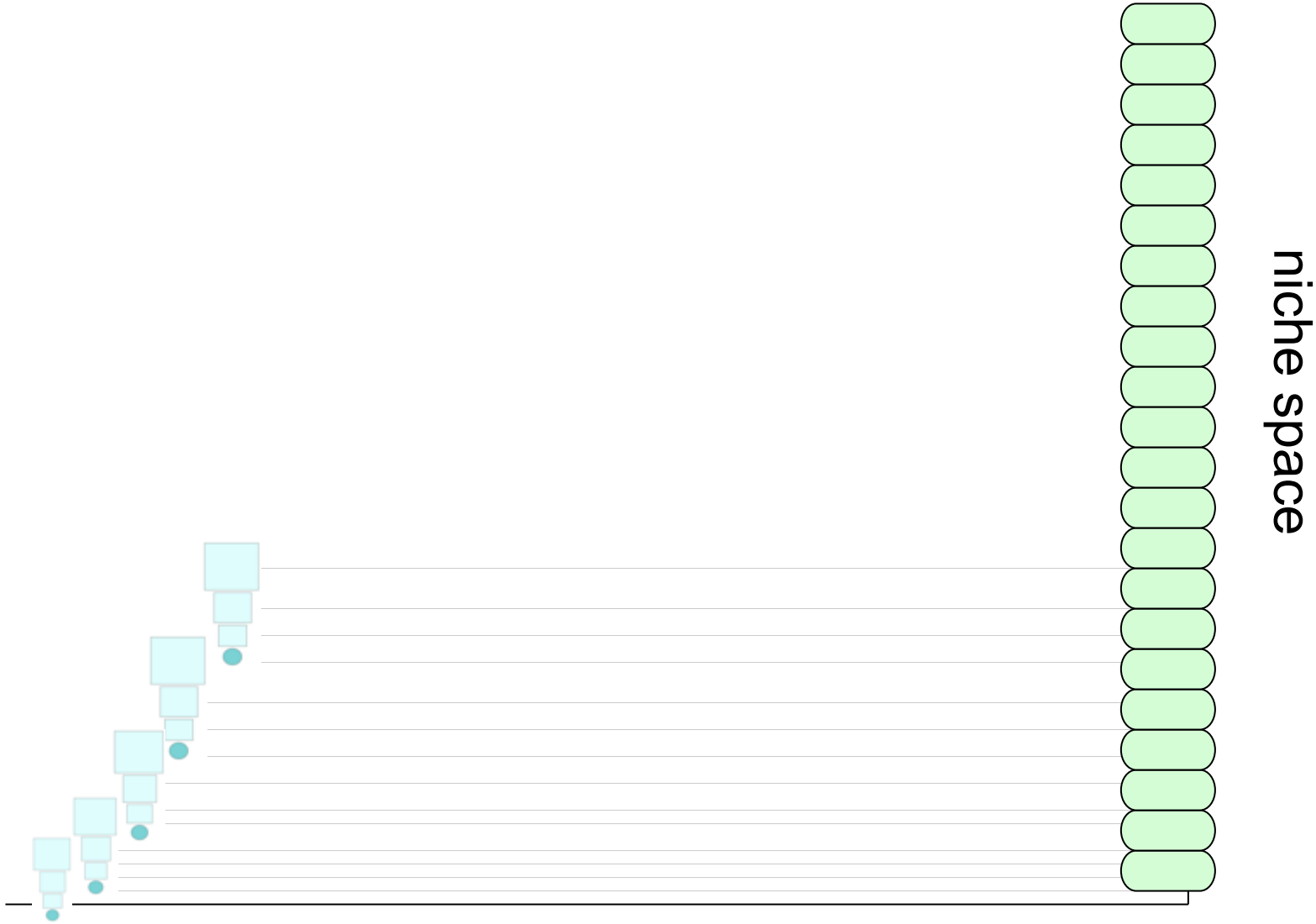
Niches of parent and offspring



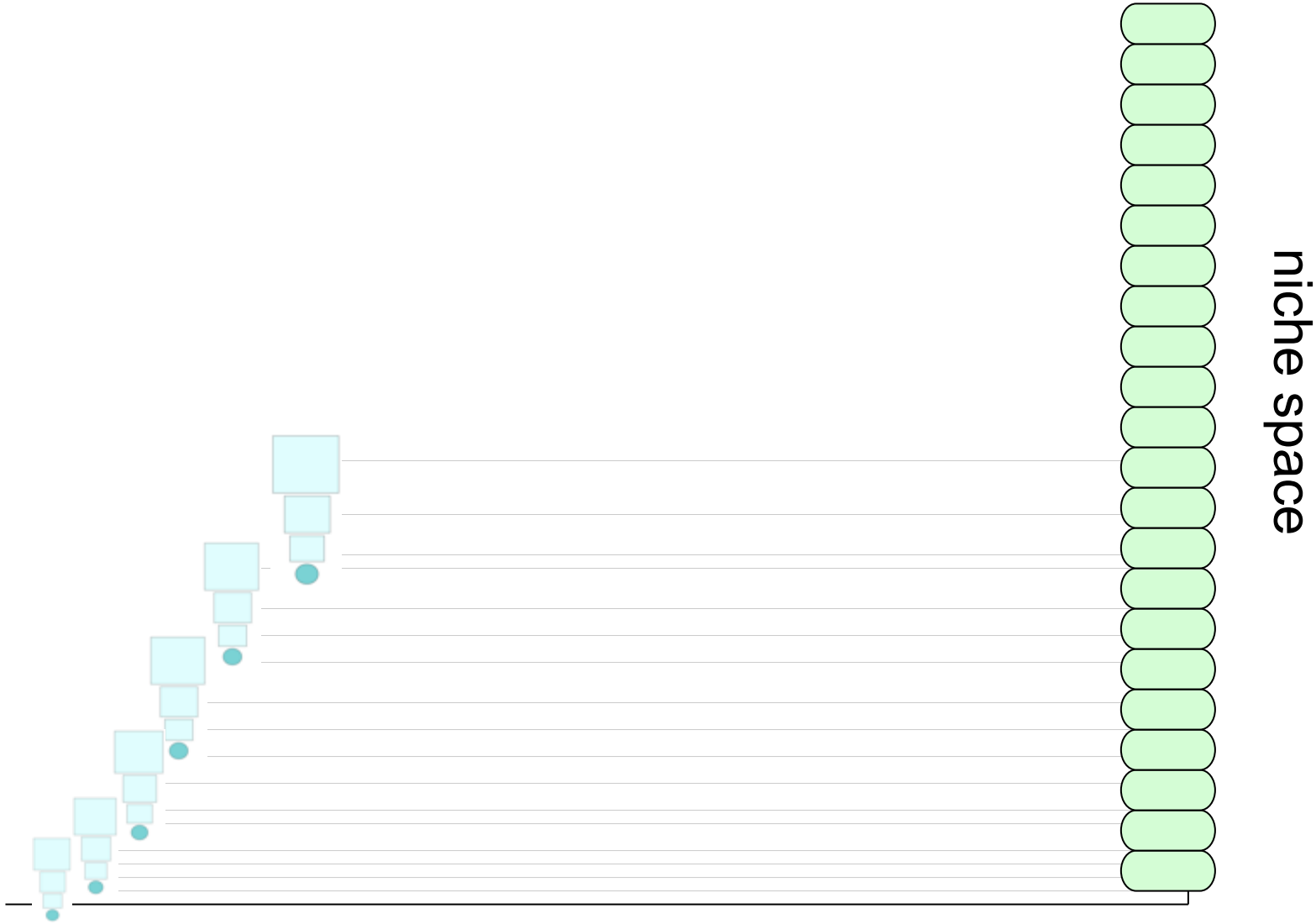
Niches of parent and offspring



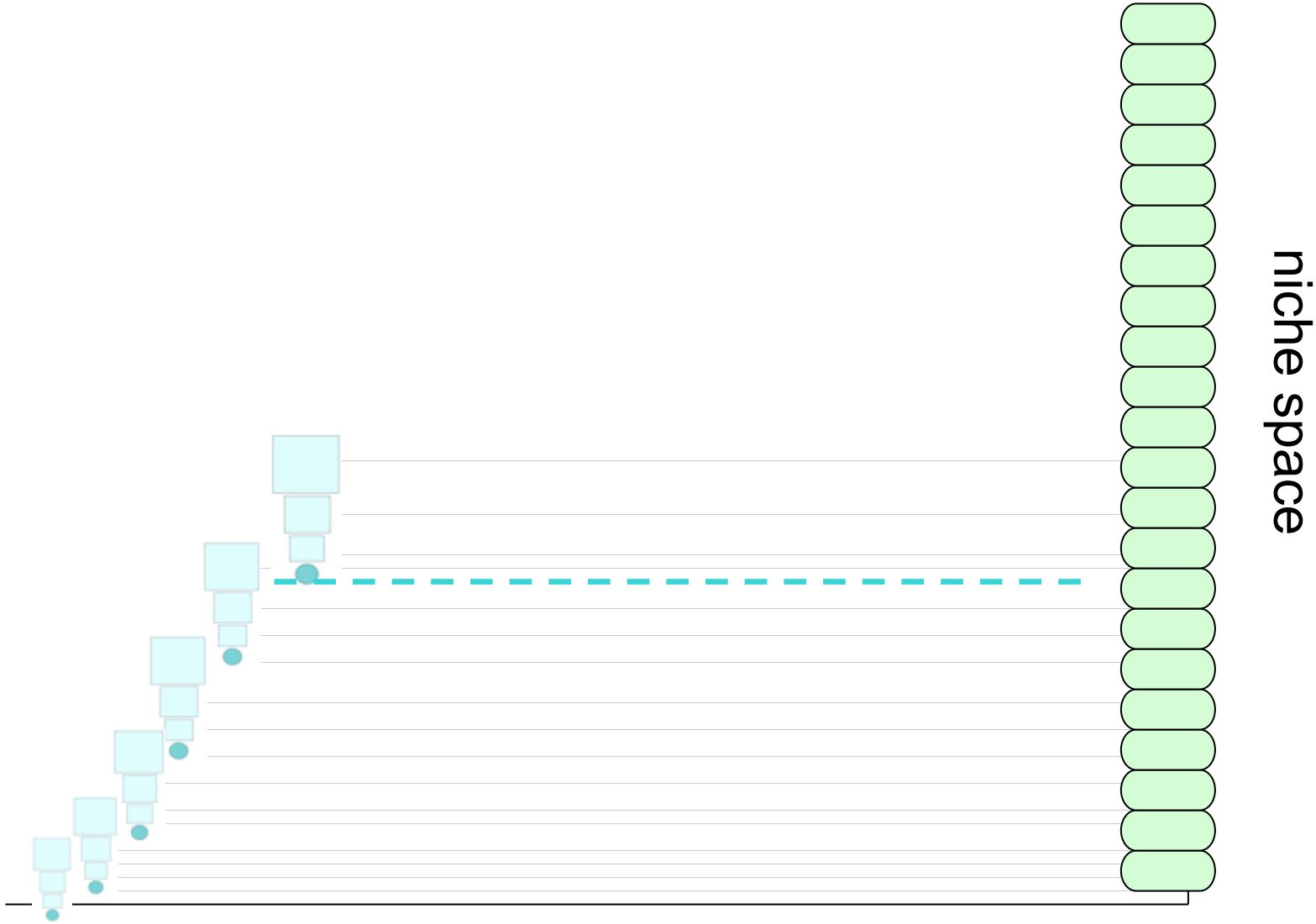
Niches of parent and offspring



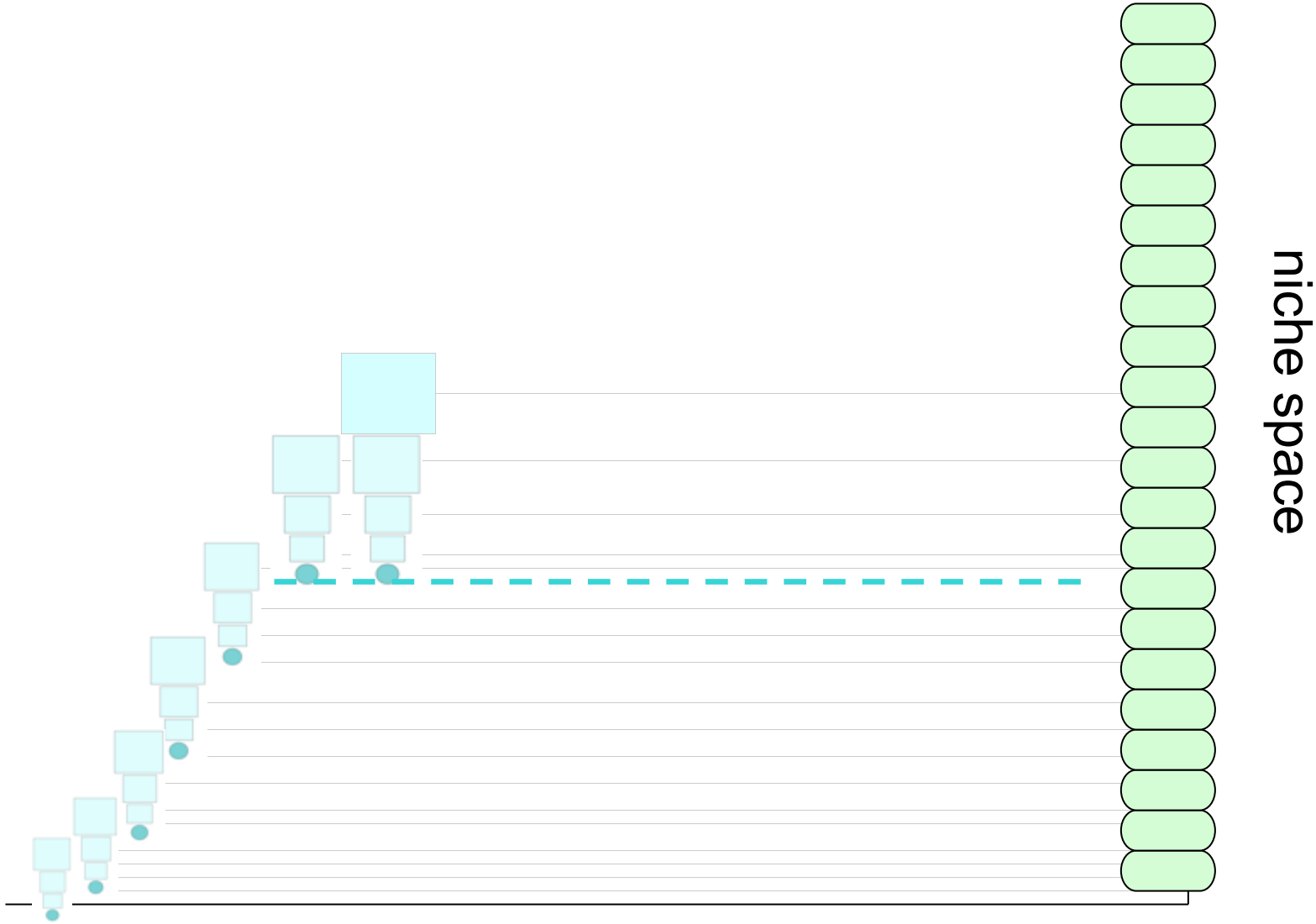
Niches of parent and offspring



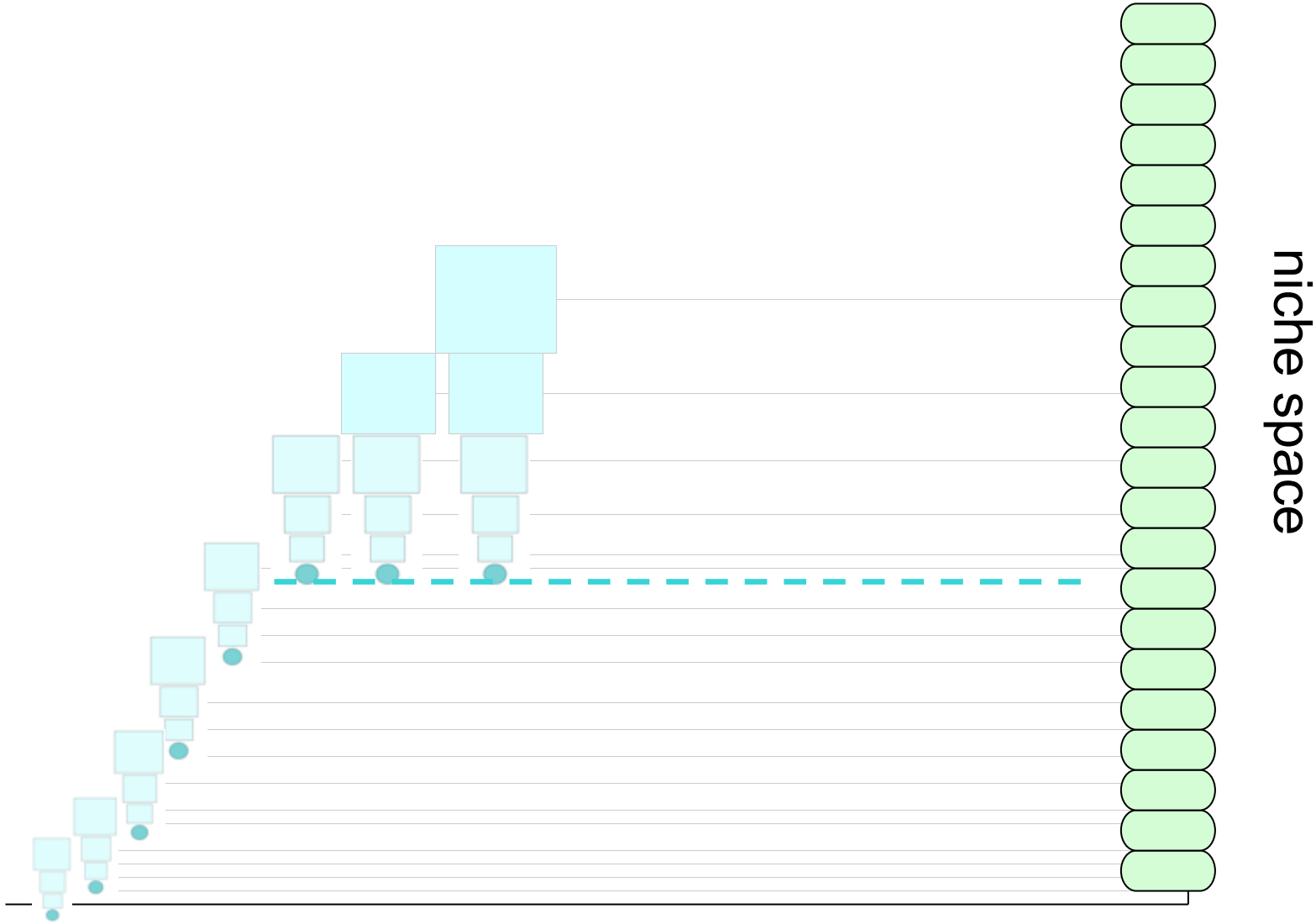
Niches of parent and offspring



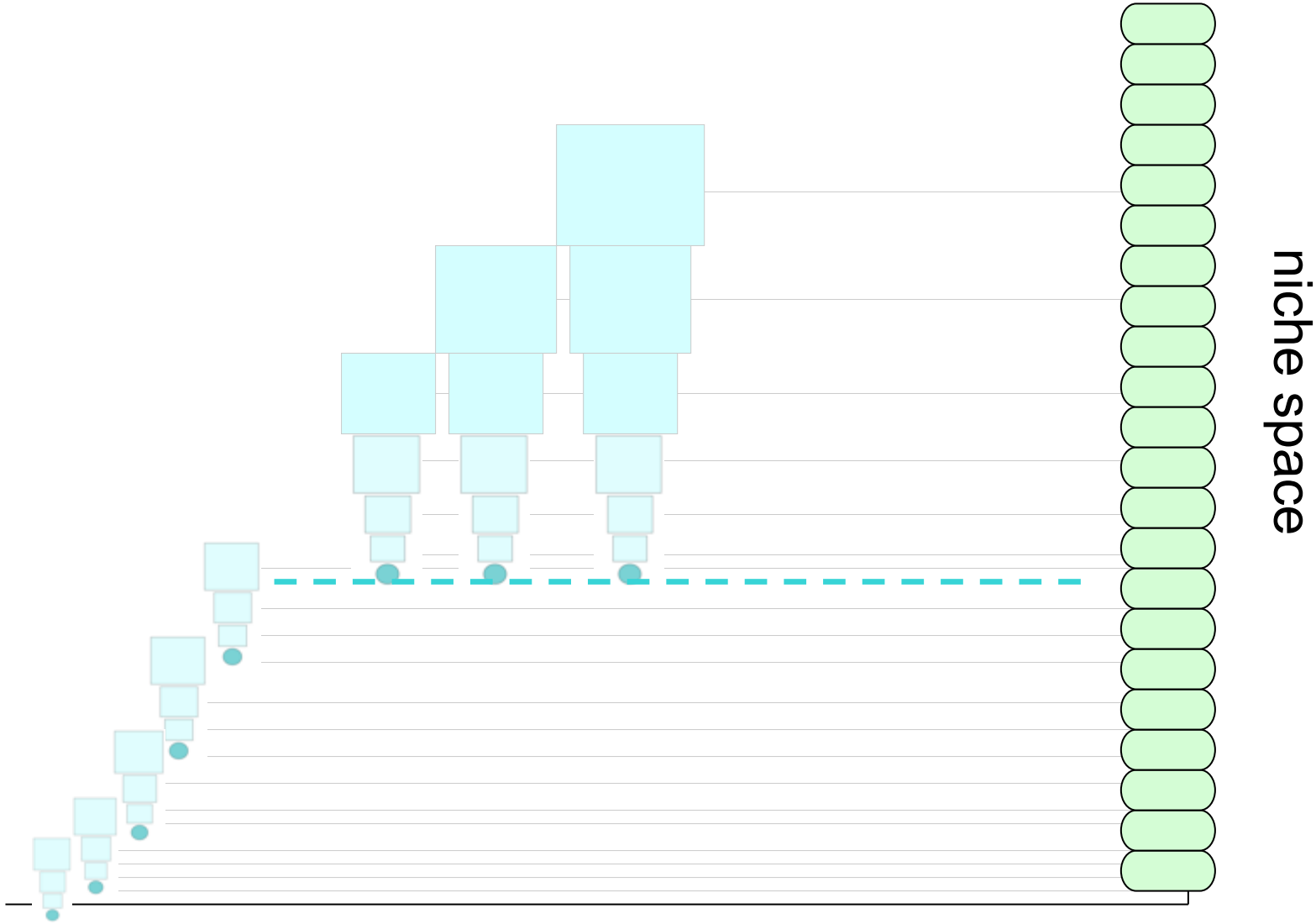
Niches of parent and offspring



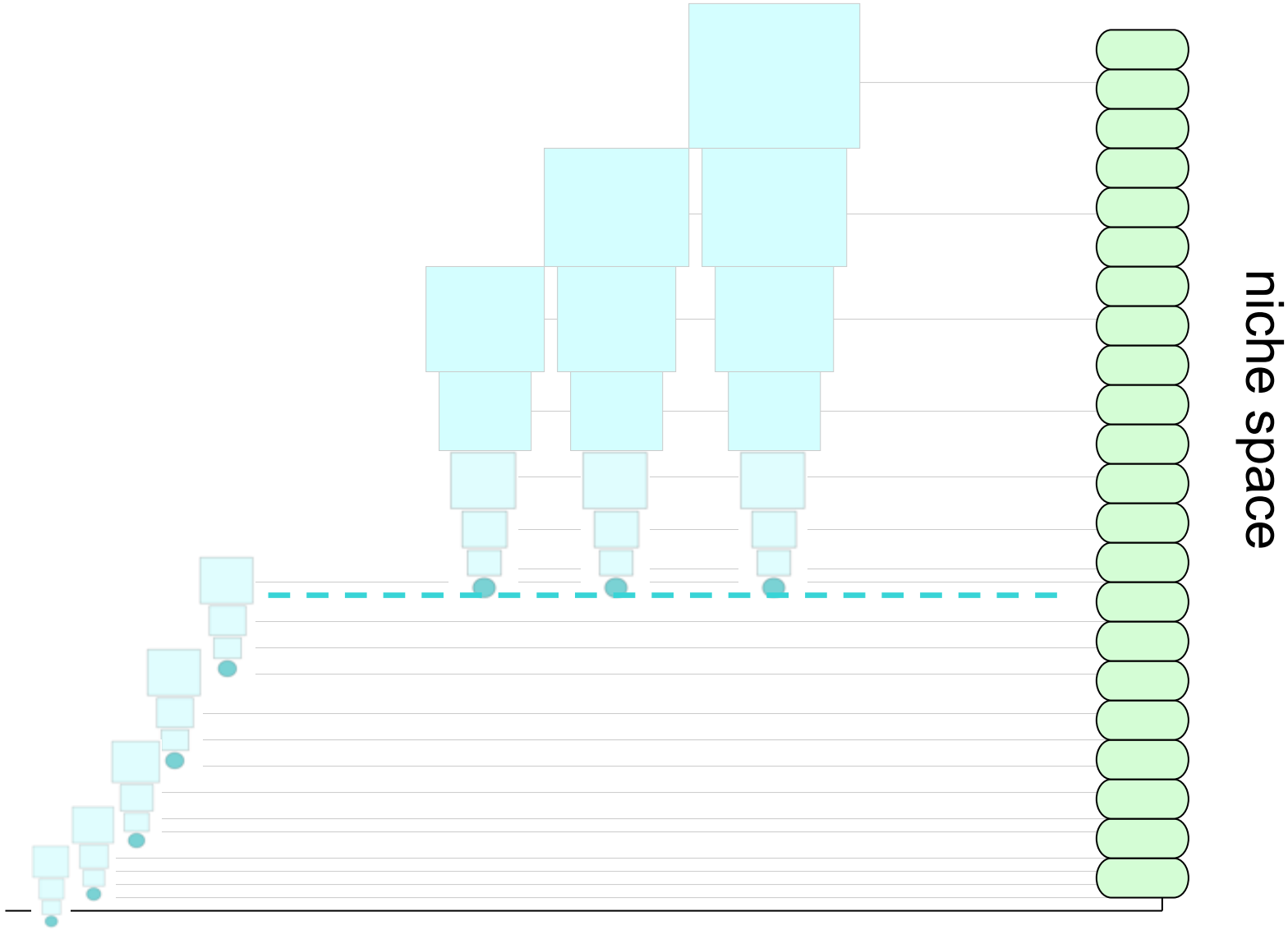
Niches of parent and offspring



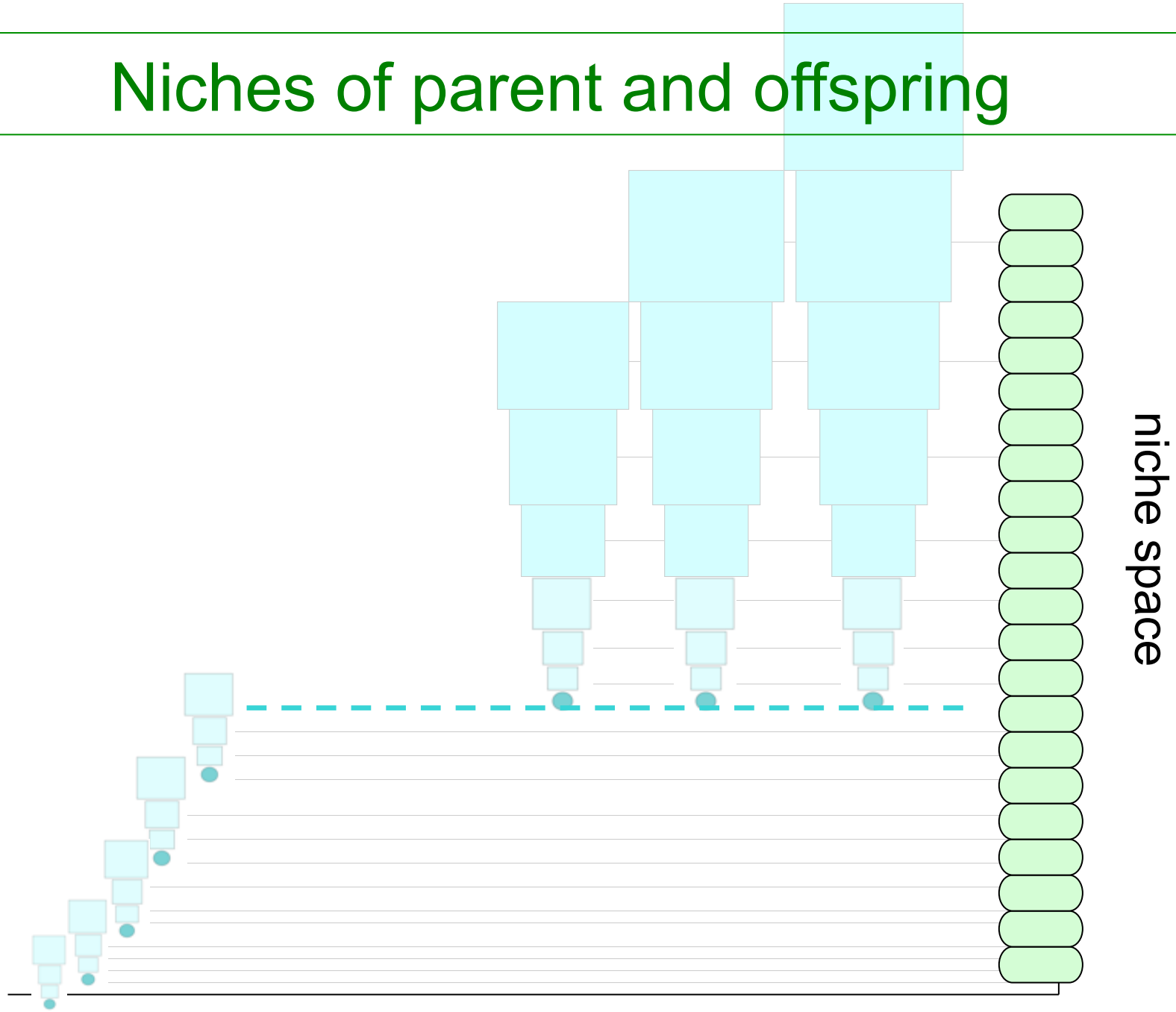
Niches of parent and offspring



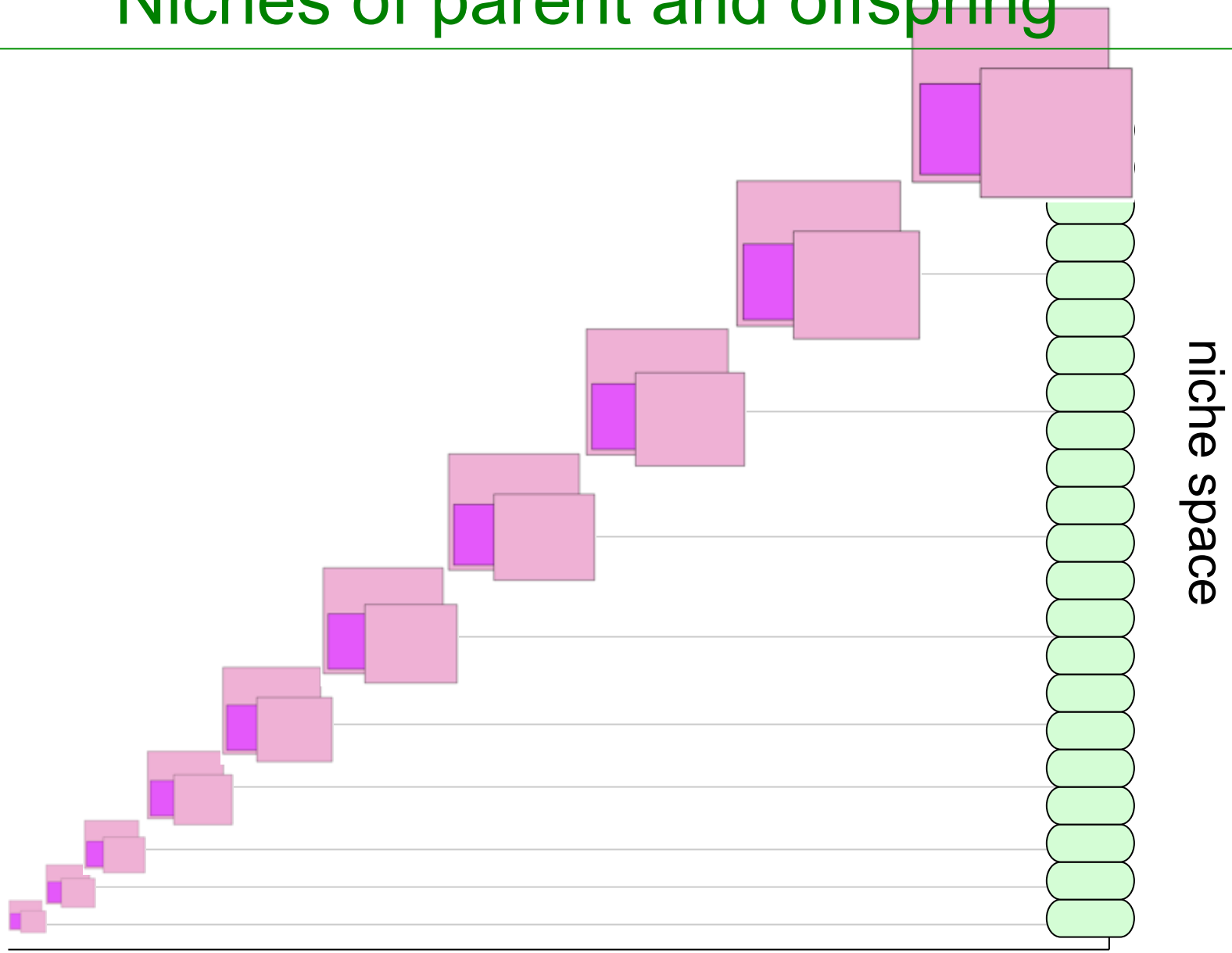
Niches of parent and offspring



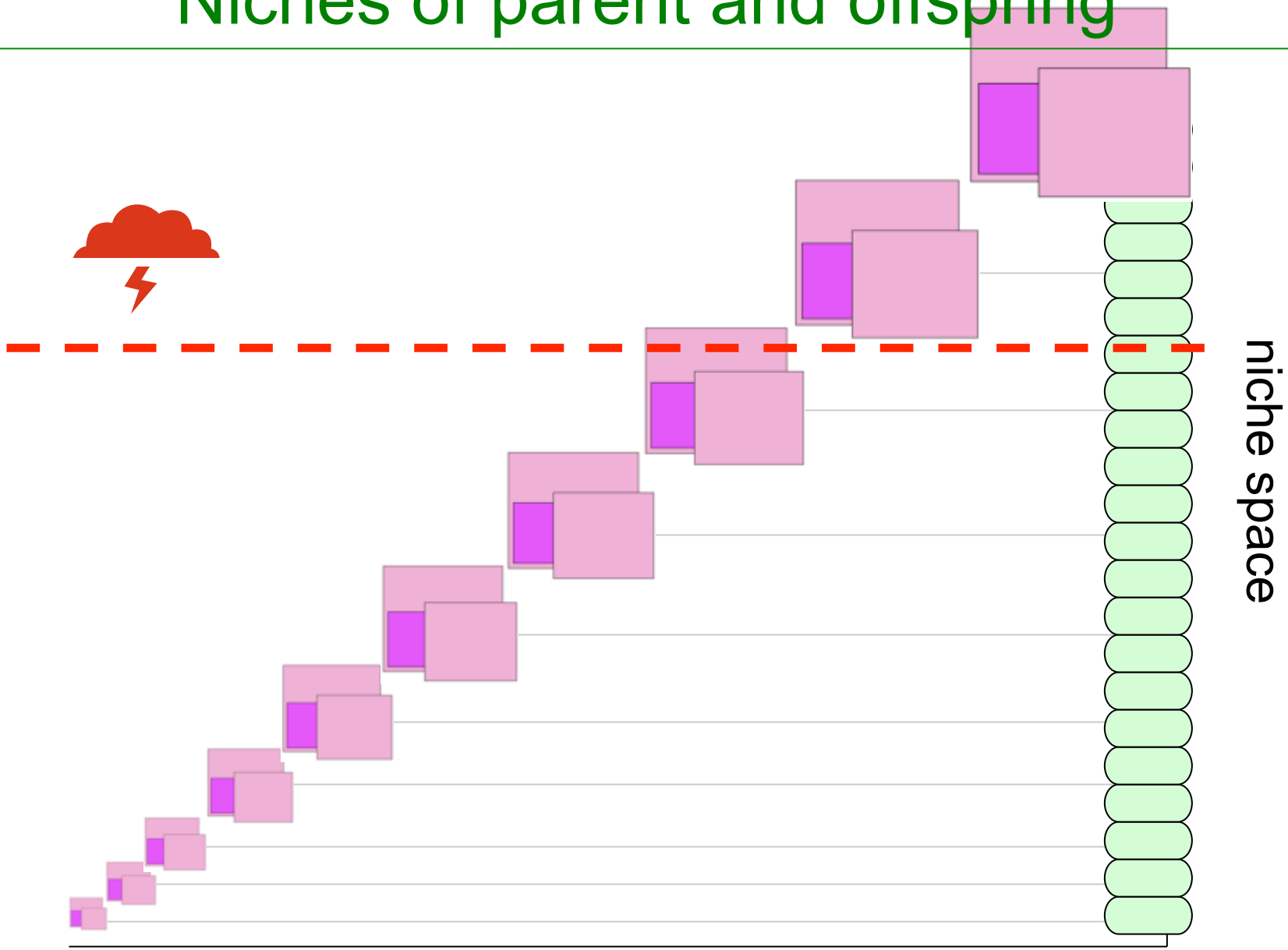
Niches of parent and offspring



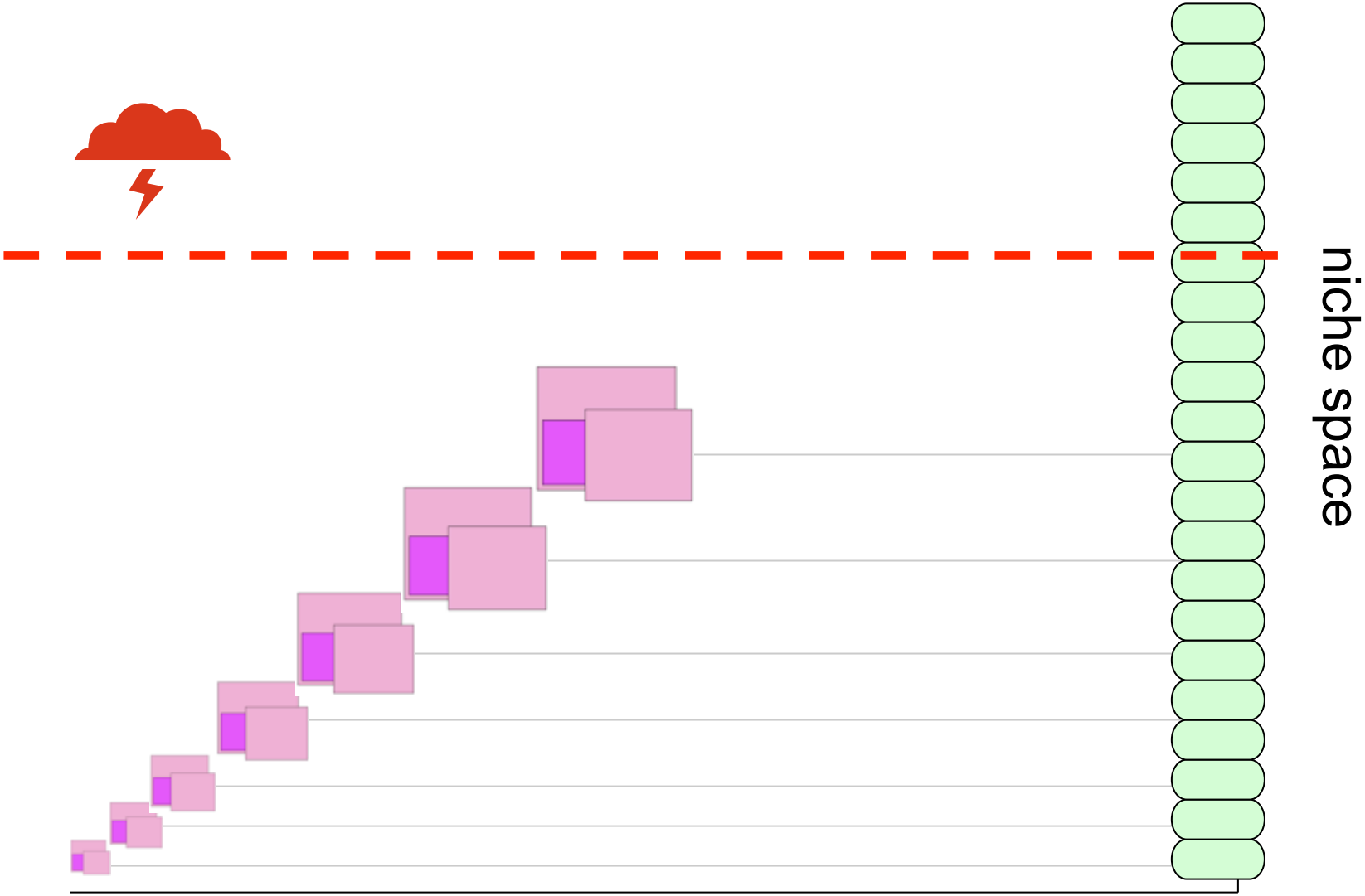
Niches of parent and offspring



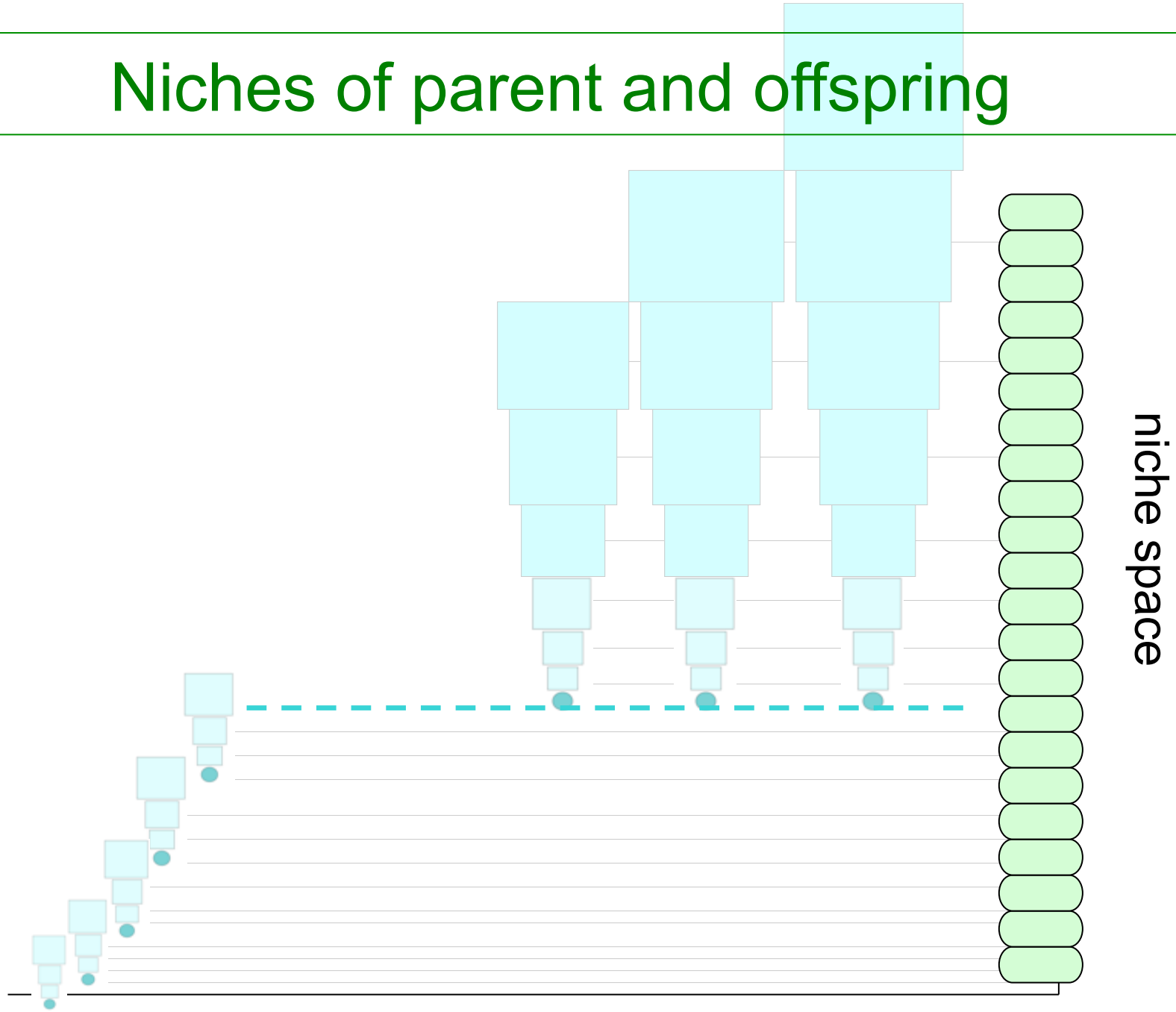
Niches of parent and offspring



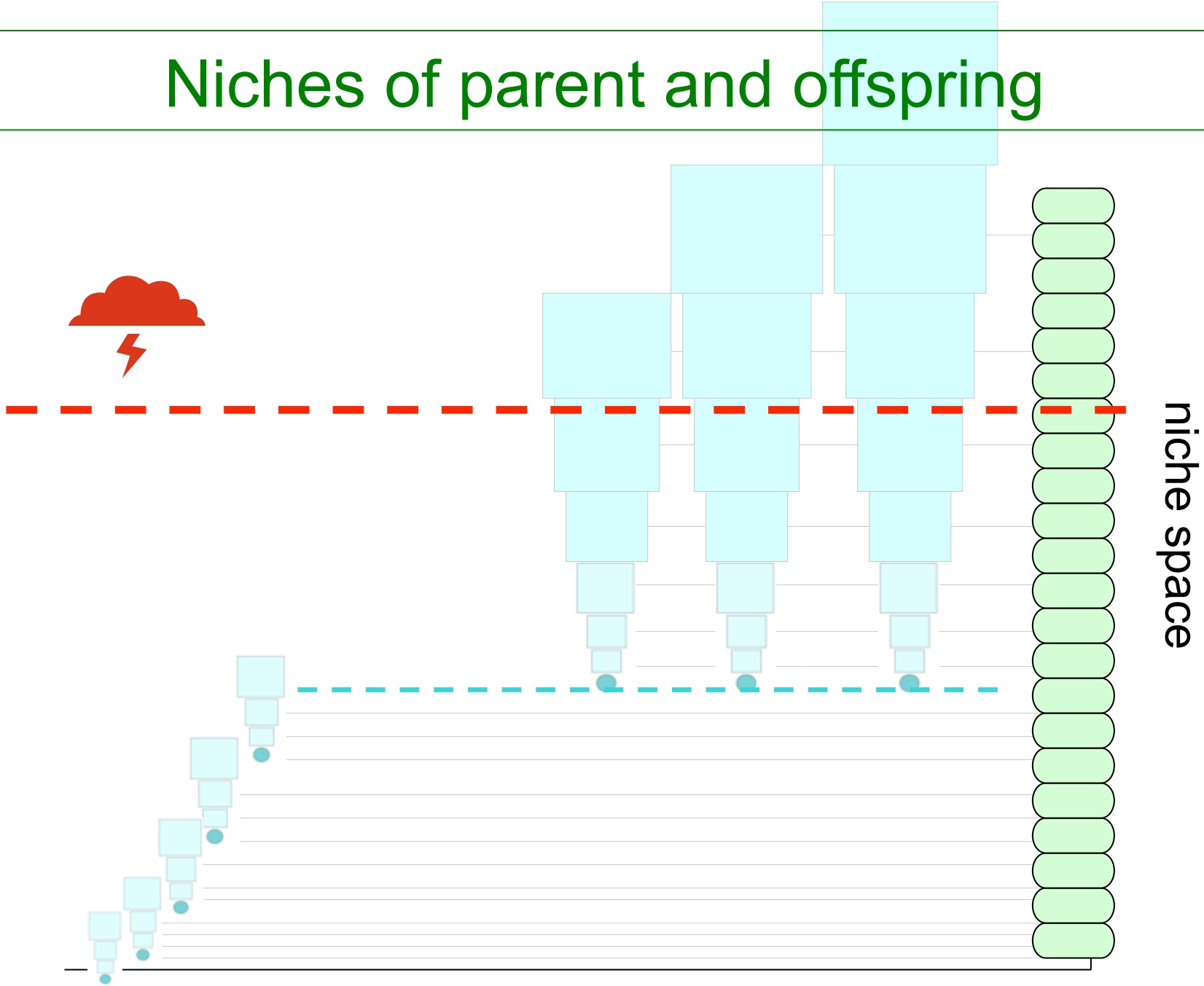
Niches of parent and offspring



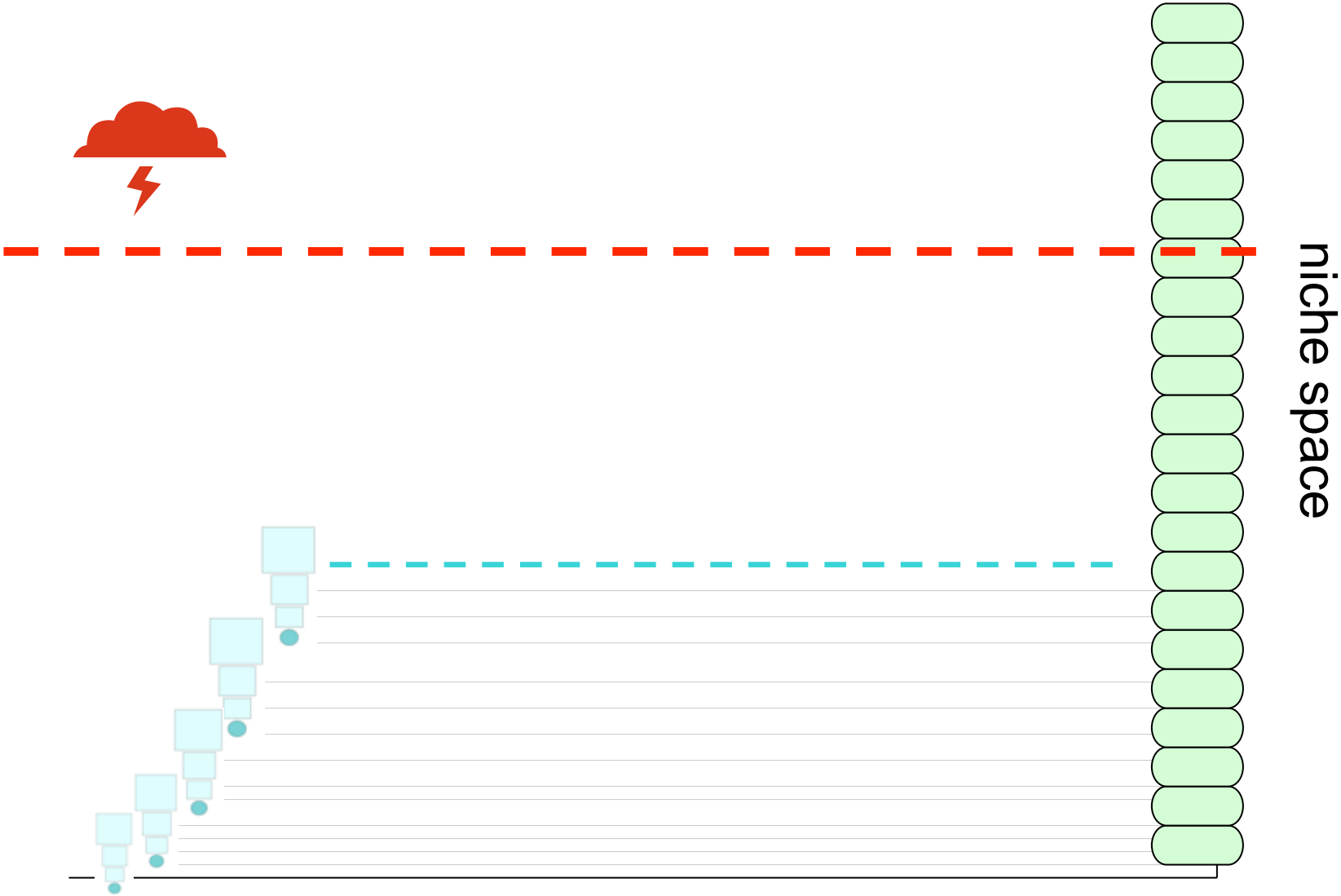
Niches of parent and offspring



Niches of parent and offspring



Niches of parent and offspring



Resulting hypothesis I

The reproductive mode of dinosaurs (ovipary), with its intrisic limited juvenile start size linked to ontogenetic niche stratification, may have led to a parallel decrease of small dinosaur species with the increase of larger species, because offspring of large species fill the niche space of the smaller species.

A catastrophic event, truncating adult body size, could therefore, in theory, wipe out the whole reproductive dinosaur population.

Resulting hypothesis II

In contrast, the reproductive mode of mammals (and also that of many birds due to parental care) does not lead to an ontogenetic niche stratification, but offspring use the parents' niche.

Thus, with increasing body mass of larger species, niches of smaller species are not usurped by the larger species' offspring to the same extent.

Die-offs of larger species would not leave niches of smaller life forms empty.

Work plan

Check species assemblages for distribution patterns (is there a 'gap')?

Design deterministic model to test effect of interspecific competition on body mass distribution of mammals and dinosaurs before and after a simulated K-T-event

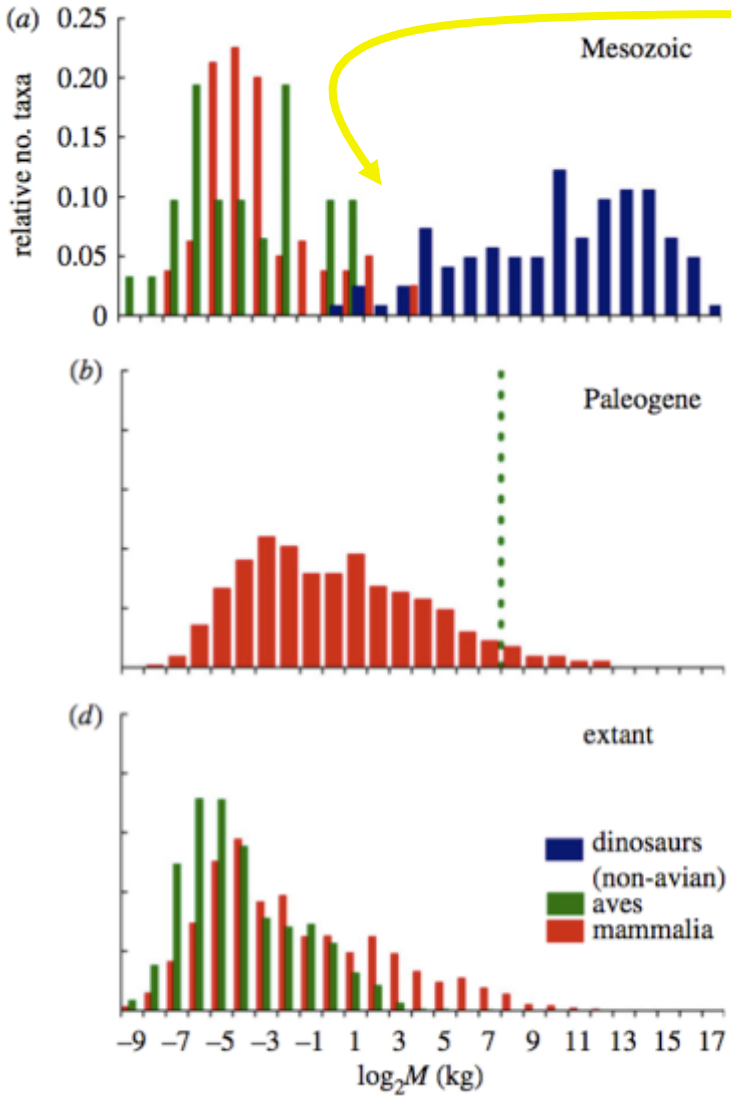
Work plan

Check species assemblages for distribution patterns (is there a 'gap')?

Design deterministic model to test effect of interspecific competition on body mass distribution of mammals and dinosaurs before and after a simulated K-T-event

Daryl Codron

Species distributions



Deterministic model

- Populations of different sized species of:

  Dinosaurs: $i_1, i_2 \ldots i_k$ = {2 g to ~131 tons}

  Mammals: $i_1, i_2 \ldots i_k$ = {2 g to ~16 tons}

- Each structured by size ($\log_2 M$ increments, j) from neonate-adult

$$M_{neonate} = aM_{adult}^{b}$$

$b_{dinosaurs}$ ~0.6

$b_{mammals}$ ~0.9

- For each $M_{i,j}$, estimate:
  1. initial abundance ***n*** (allometry)
  2. survivorship ***p*** (*r*-selecting or *K*-selecting)
  3. fecundity ***f*** (allometry; add $f_i n_{i,k}$ to $n_{i,1}$)

- Assume: each $\log_2 M$ step = ontogenetic niche shift

Deterministic model

Competition-induced mortality (α) occurs amongst all similarly-sized individuals (symmetric)

- Density of each *i* after competition:

$$N_i = p_{i,j}\, n_{i,j} - \alpha(\Sigma[p_{i,j}\, n_j] - p_{i,j} n_{i,j})$$

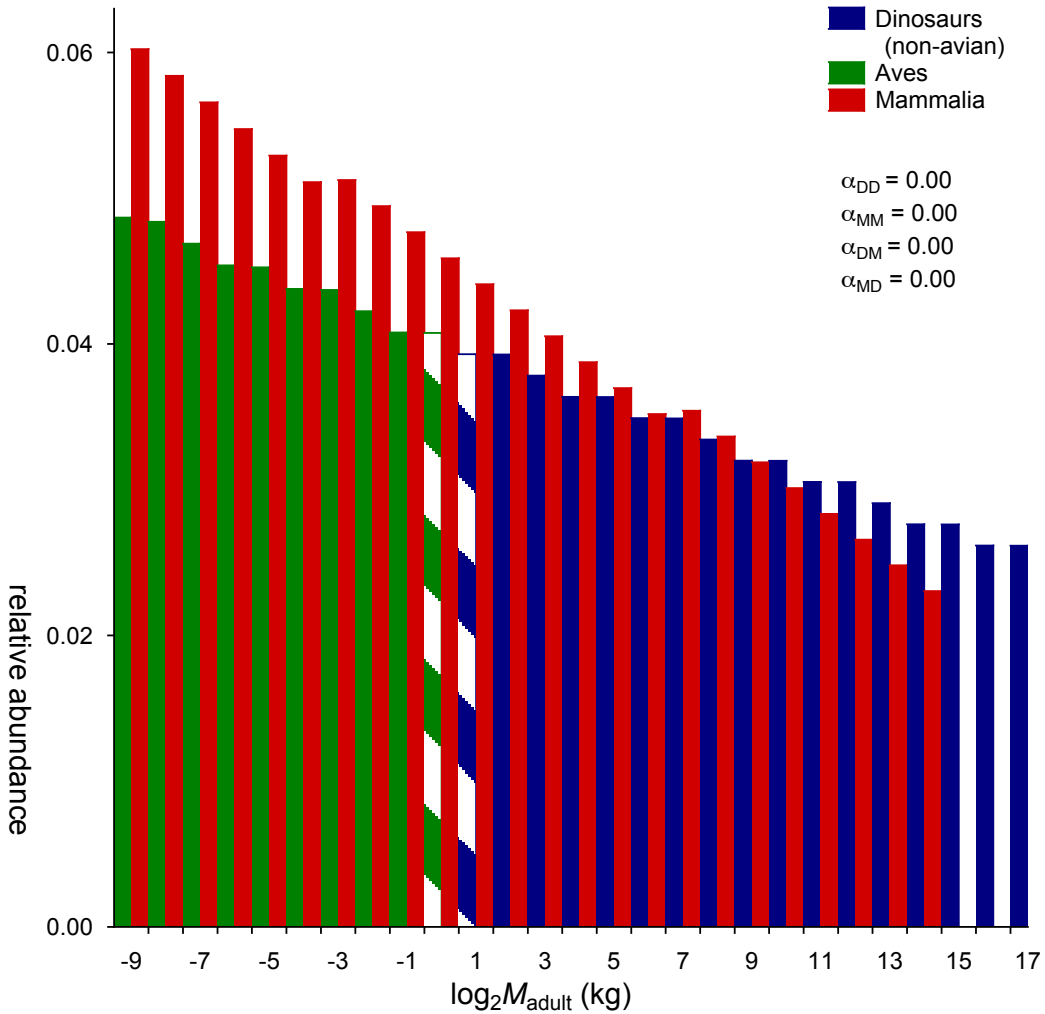
- Independent α for D on M and M on D:

Dinosaurs: $N_{Di} = \Sigma[n_{Di,j} - \alpha_{DD}(\Sigma n_{Dj} - n_{Di,j}) - \alpha_{MD}(\Sigma n_{Mj})]$

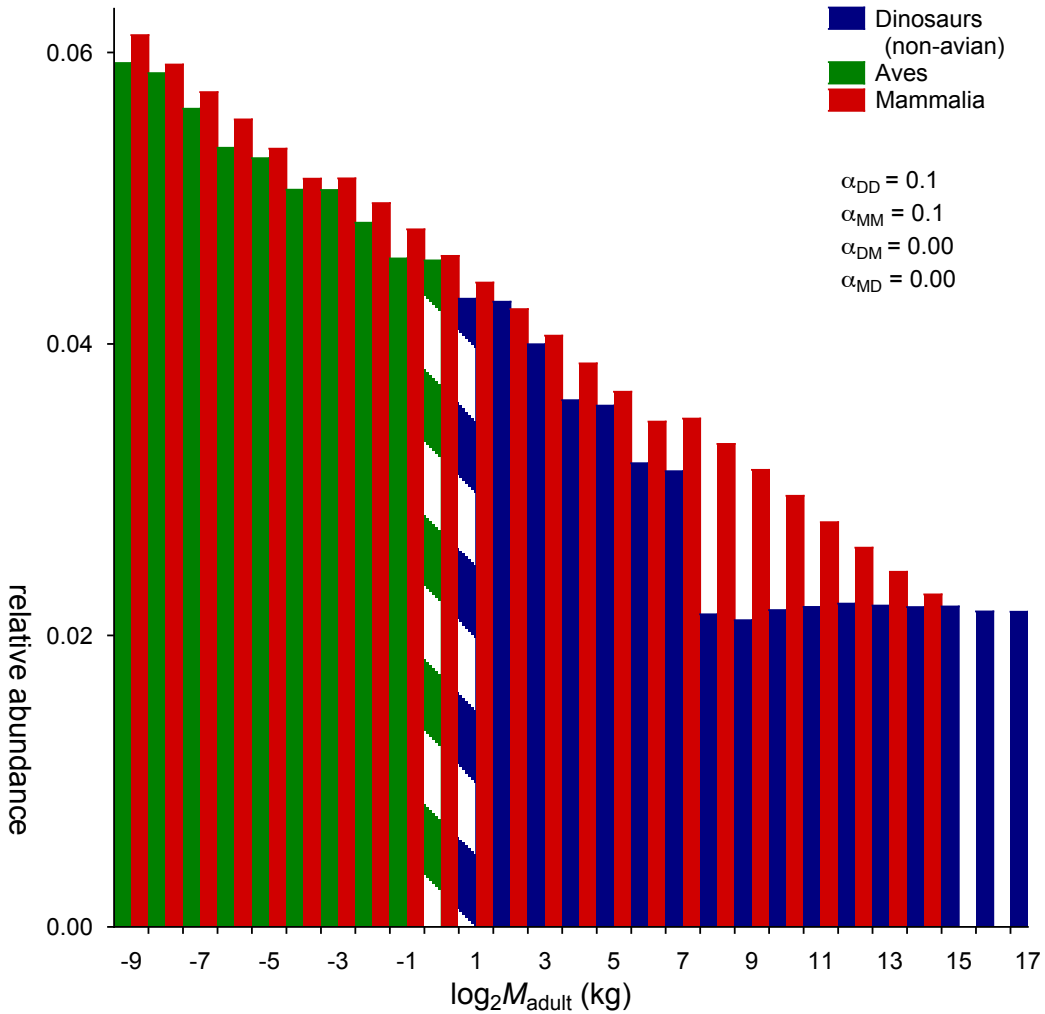
Mammals: $N_{Mi} = \Sigma[n_{Mi,j} - \alpha_{MM}(\Sigma n_{Mj} - n_{Mi,j}) - \alpha_{DM}(\Sigma n_{Dj})]$

- Simulate *K-T*: kill all individuals >25 kg

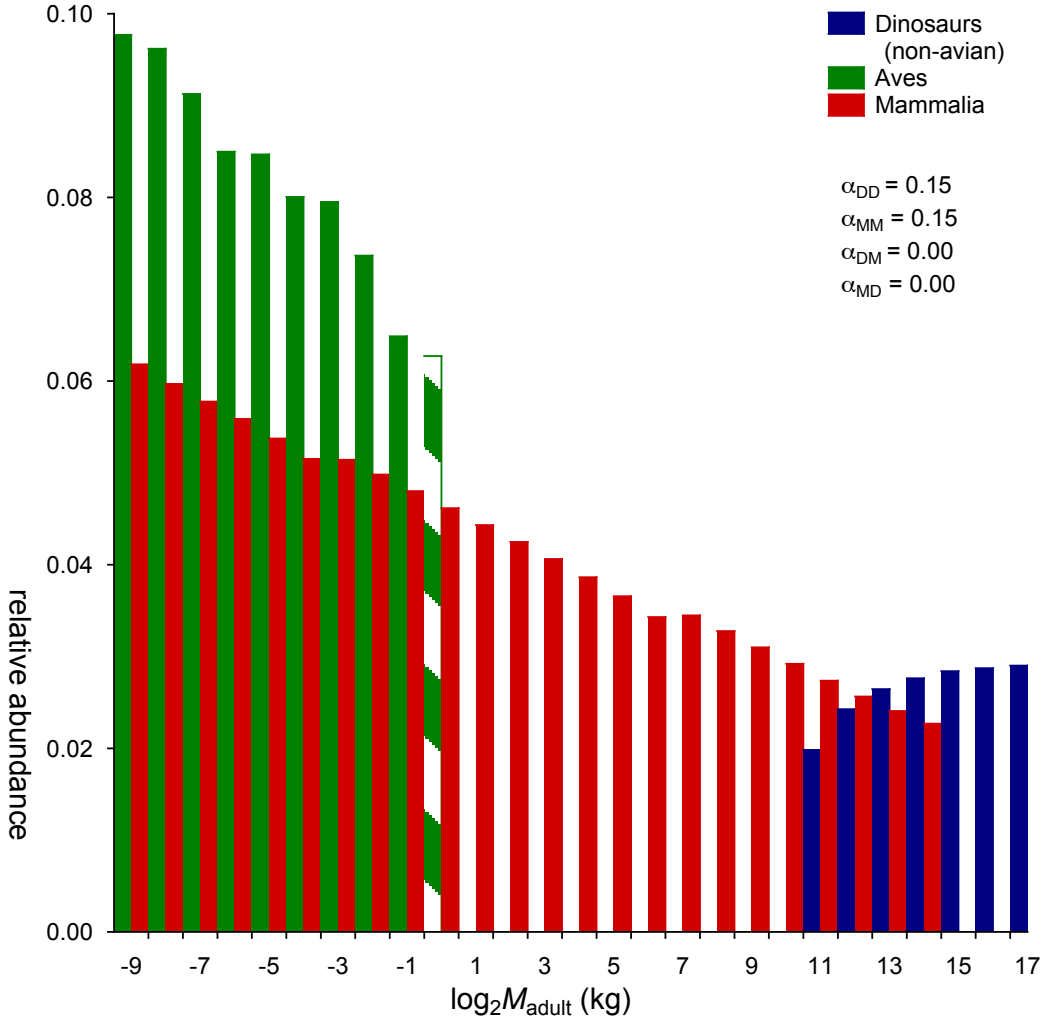
Model results - no competition



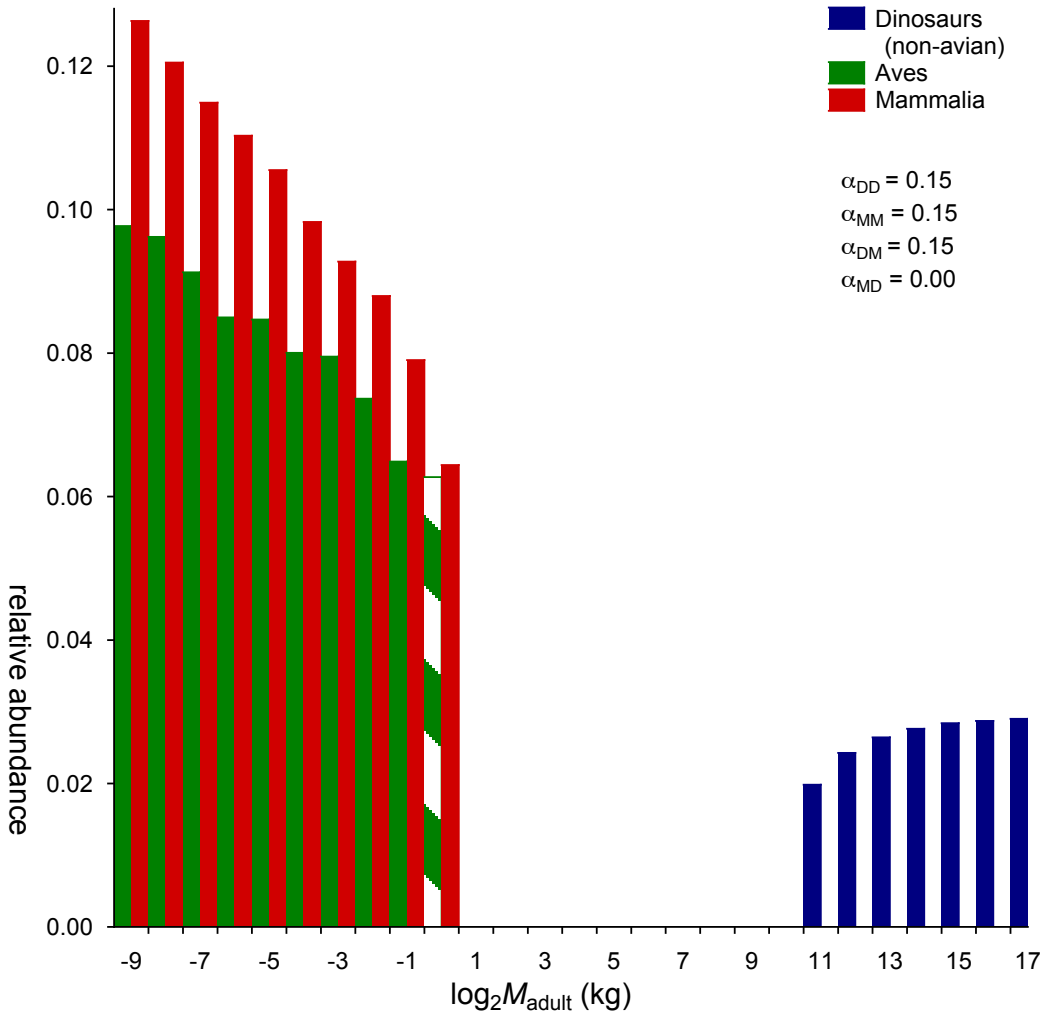
Model results - mild competition-induced mortality



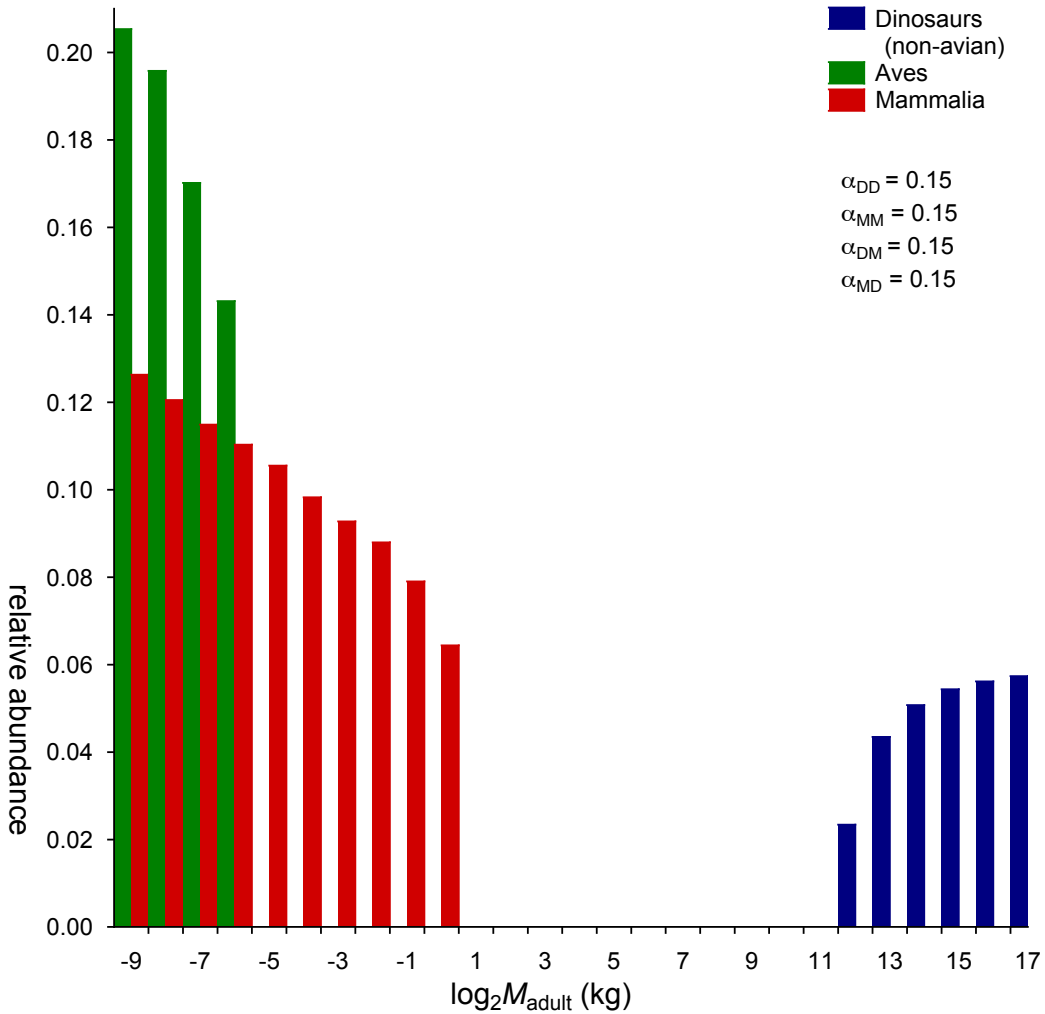
Model results - stronger competition



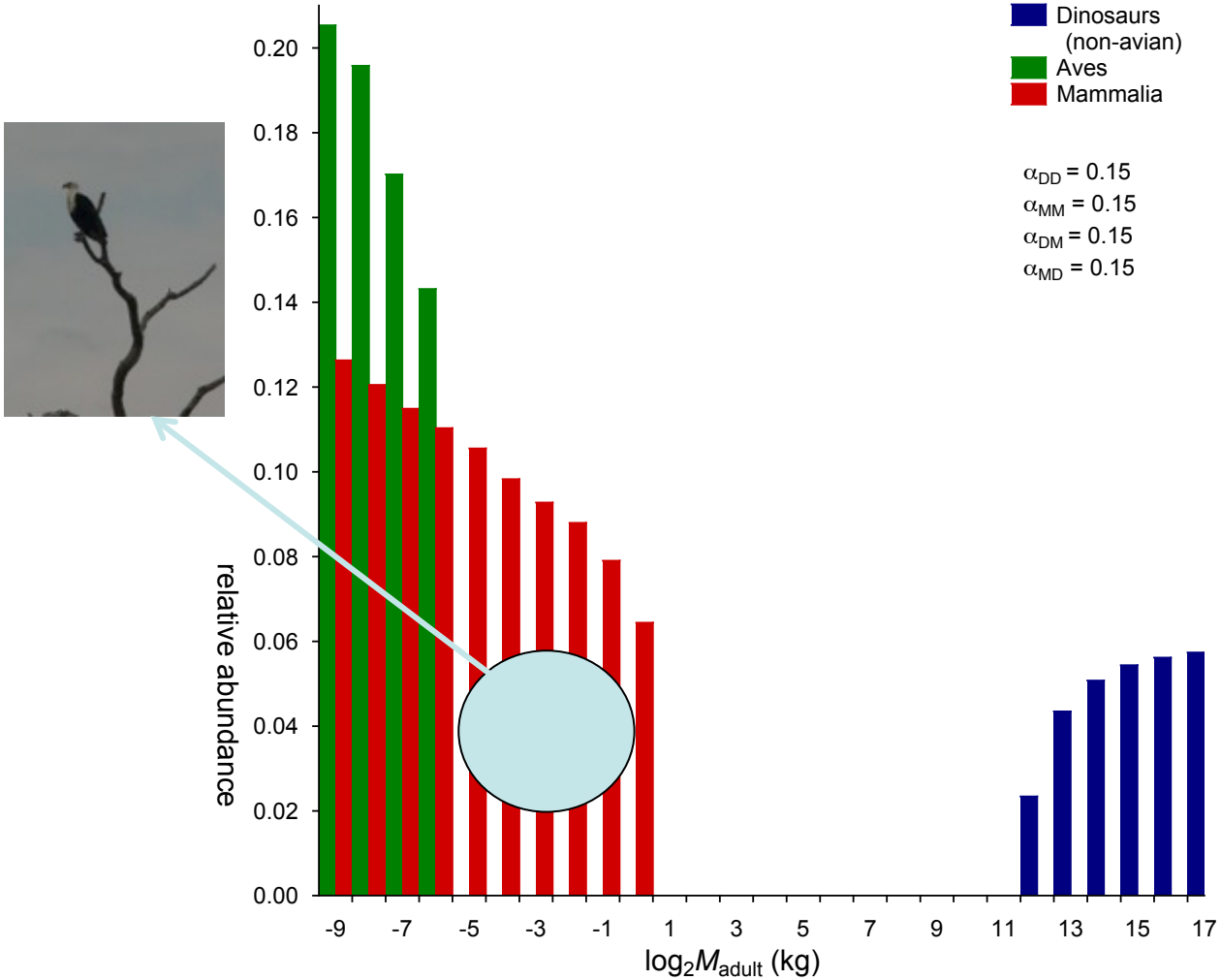
Model results - including competition from dinosaurs on mammals



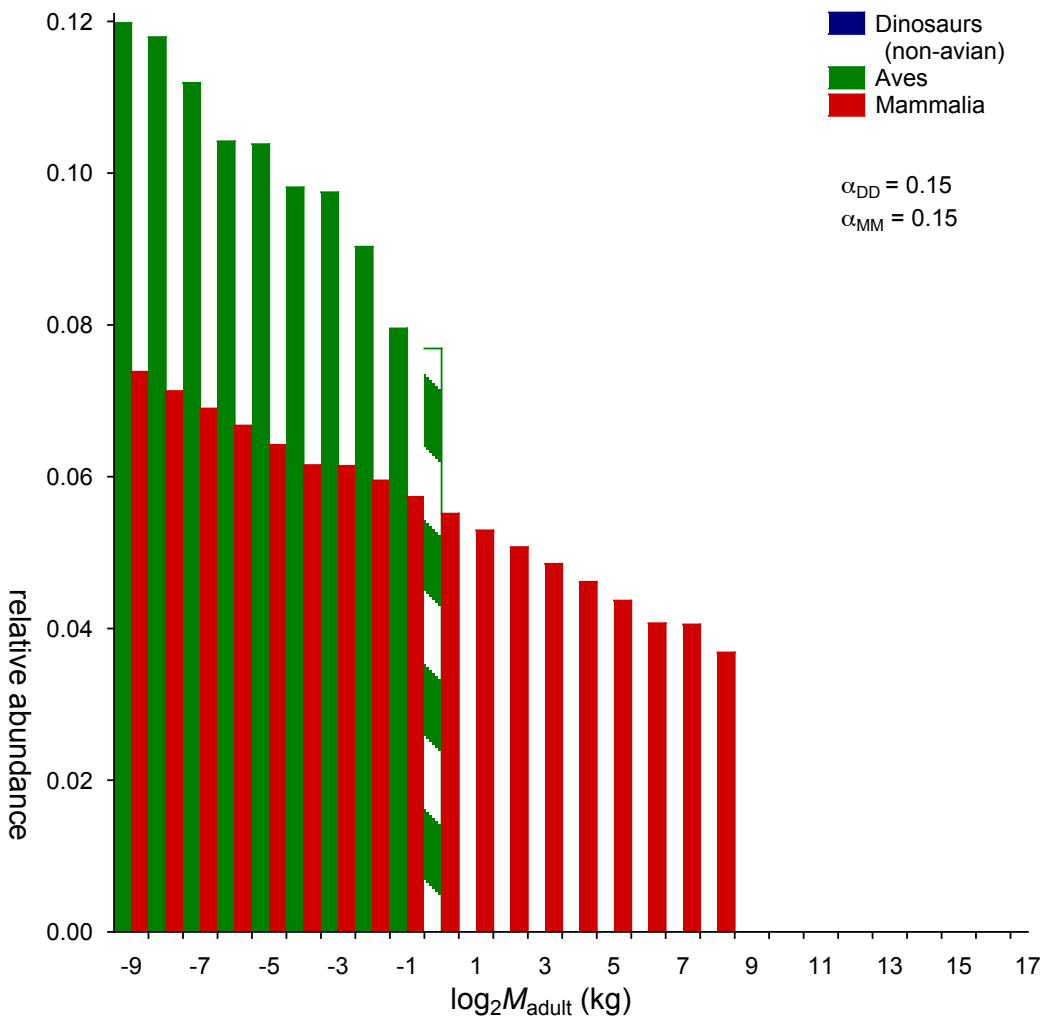
Model results - ... and from mammals on dinosaurs



Model results - ... and from mammals on dinosaurs



Model results - after K/T, with competition



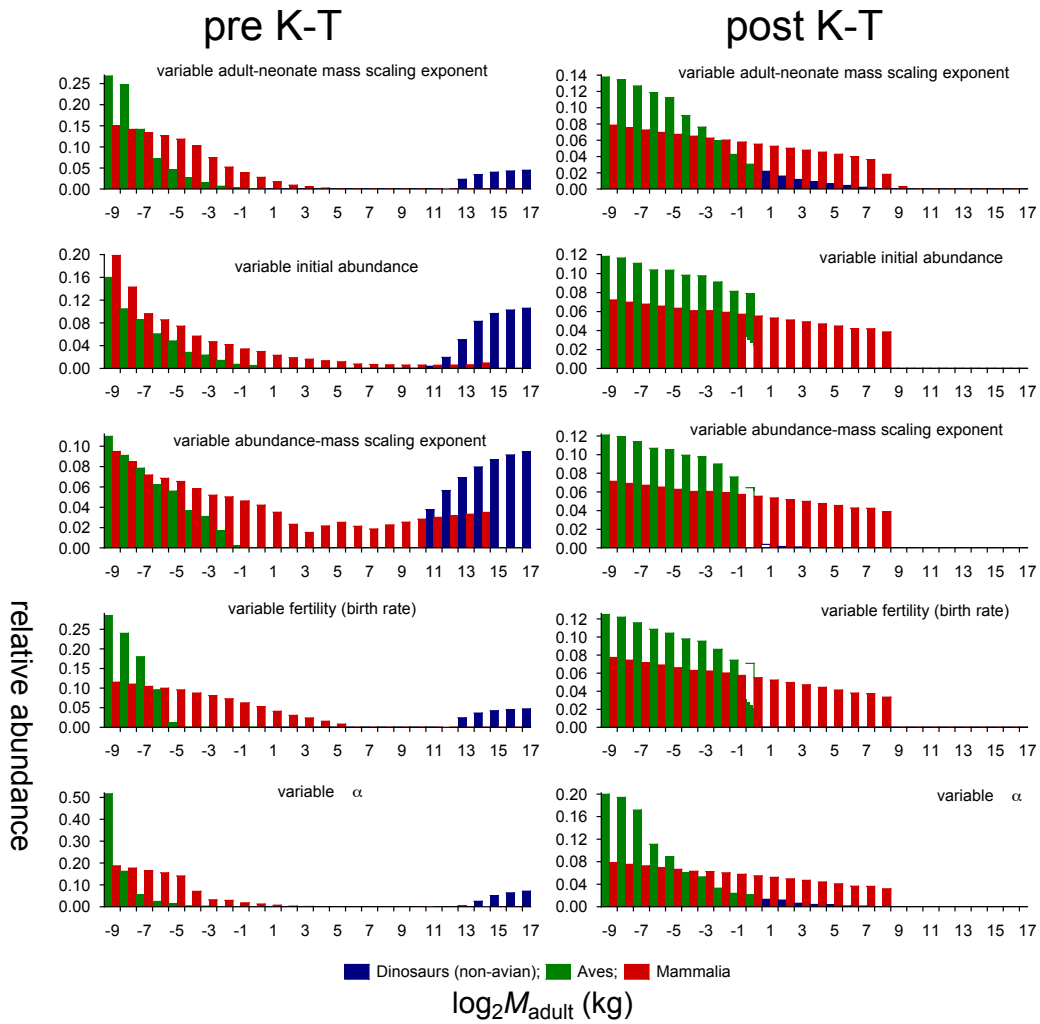
Deterministic model

- <u>Robustness and sensitivity</u>

- Changes and variability in *M* effects on:
  1. life history strategy
  2. reproductive output
  3. M_{adult}:$M_{neonate}$ ratio
  4. competition co-efficient (α)
  5. symmetry of α
  6. abundance

- Stochastic parameter estimates (bounded within empirical limits for birds/herpetiles or mammals), 10^3 iterations

Model results - variation in neonate scaling, demography, and ecology



Conclusions

Size-specific competition influences species diversity

- Effects largest amongst species with high intraspecific niche breadth (e.g. large, oviparous)…
- … favouring large-bodied taxa

Explains paucity of small-bodied dinosaurs

- Dominance of large dinosaurs then limited max BM of other vertebrate groups in Mesozoic…
- … resultant dominance of small taxa amongst mammals further limited small dinosaurs (=aerial niche?)

Extinction event above body mass threshold = remaining species diversity too low for recovery

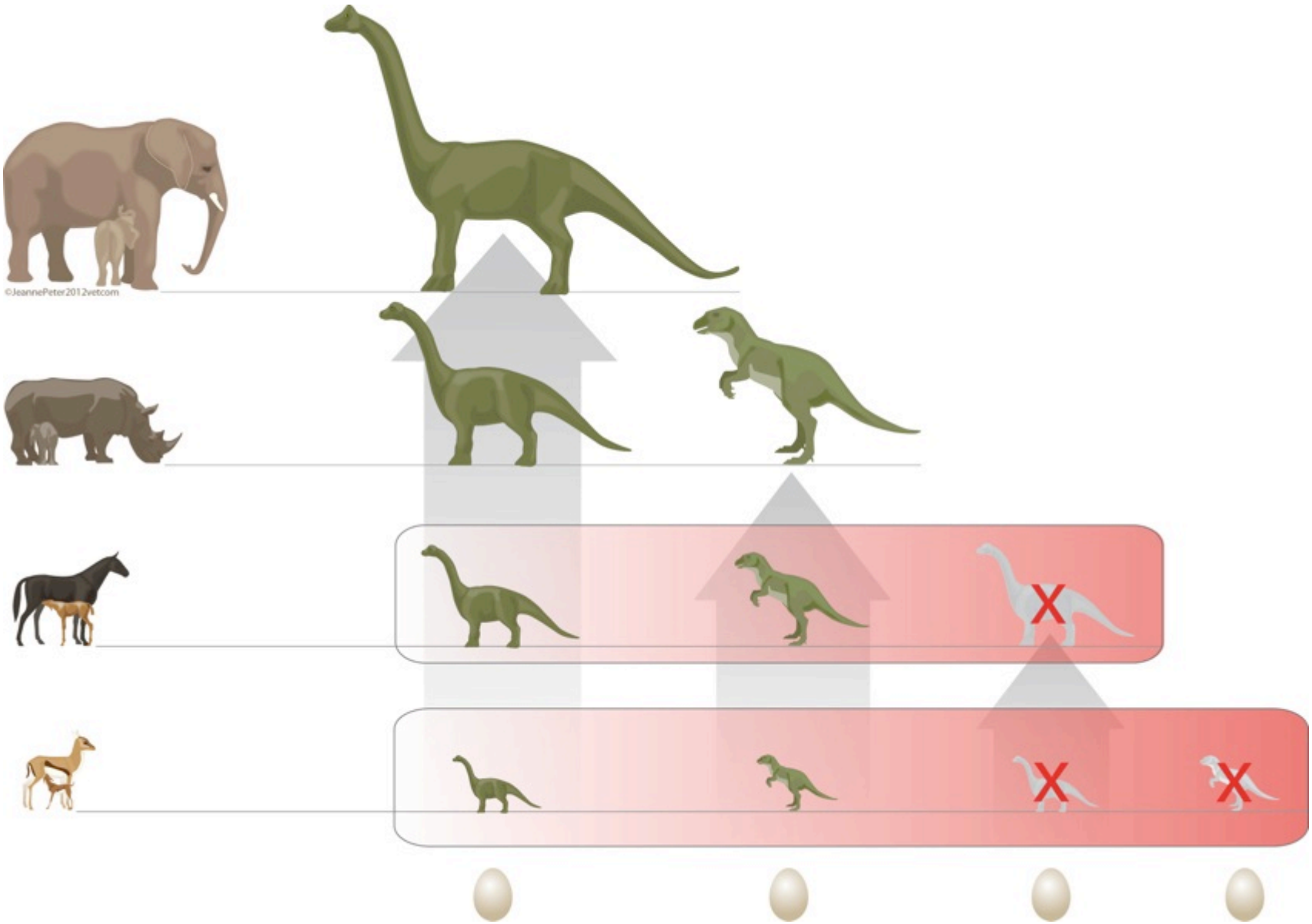
biology letters

Biol. Lett. (2012) 8, 620–623
doi:10.1098/rsbl.2012.0240
Published online 18 April 2012

Evolutionary biology

Ontogenetic niche shifts in dinosaurs influenced size, diversity and extinction in terrestrial vertebrates

Daryl Codron[1–4,*], Chris Carbone[5], Dennis W. H. Müller[1] and Marcus Clauss[1]


©JeannePeter2012vetcom

Medienmitteilung vom 18.04.2012

Das Eierlegen war der Anfang vom Ende der Dinosaurier

Sie legten Eier, besetzten mit nur einer Art viele ökologische Nischen, und sie standen in Konkurrenz auch untereinander. Forscher der Universität Zürich haben die Kette der Ereignisse enthüllt, die zum Aussterben der Dinosaurier geführt haben.

Der Anfang vom Ende liegt in ihrer Fortpflanzungsstrategie: Daraus, dass sie Eier legen, erwächst den Dinosauriern gegenüber den lebend gebärenden Säugetieren ein entscheidender Nachteil. Warum und wie dies letztendlich zu ihrem Aussterben geführt hat, haben Daryl Codron und Marcus Clauss von der Universität Zürich zusammen mit Kollegen der Zoological Society of London erforscht und in der Zeitschrift «Biology Letters» veröffentlicht.

Das Ei des Dinosauriers und das winzige Dino-Baby

2'500-mal schwerer ist das vier Tonnen schwere Muttertier als ihr neugeschlüpftes Dinosaurierbaby. Im Vergleich dazu: Die gleich schwere Elefantenmutter wiegt lediglich etwa 22-mal so viel wie ihr Neugeborenes. Bei den grossen Arten der Säugetiere sind also bereits die Neugeborenen gross.

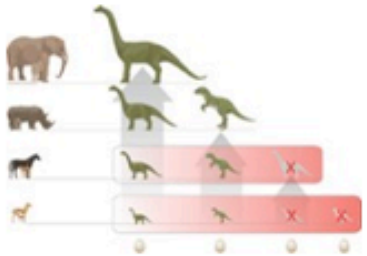
Der gigantische Grössenunterschied zwischen neugeschlüpften Dinosauriern und

Kontakte

Dr. Marcus Clauss
Klinik für Zoo-, Heim- und Wildtiere,
Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich
Tel. +41 44 635 83 76
→ E-Mail

Dr. Daryl Codron
Klinik für Zoo-, Heim- und Wildtiere,
Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich
Tel. +27 83 391 32 22
→ E-Mail

Illustration zum Download



(jpg, 943 KB)

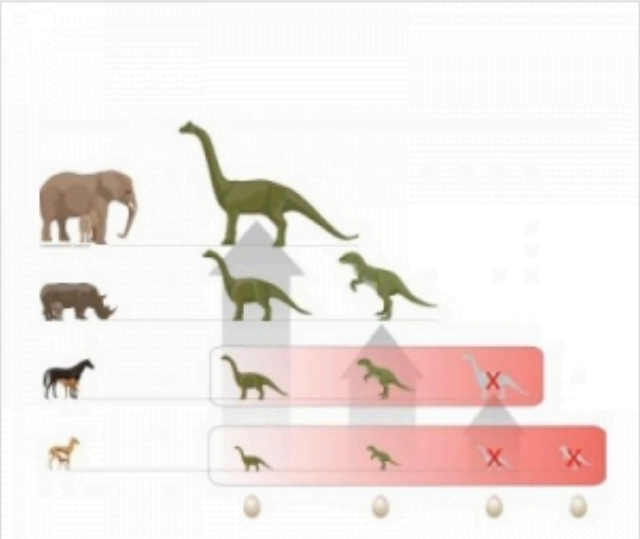
News

Eggs failed the dinosaurs

Agence France Presse

Wednesday, 18 April 2012

PARIS: Their reproductive strategy spelled the beginning of the end: The fact that land-bound dinosaurs laid eggs is what sealed their fate of mass extinction while live birthing mammals went on to thrive, scientists said.



The fact that dinosaurs laid eggs put them at a considerable disadvantage compared to viviparous mammals. Together with colleagues from the Zoological Society of London, Daryl Codron and Marcus Clauss from the University of Zurich investigated why and how this ultimately led to the extinction of the dinosaurs and published their findings in the journal *Biology Letters* today.

Les dinosaures trahis par leurs œufs

> **Paléontologie**
Diplodocus et autres tyrannosaures passaient d'une minuscule à une gigantesque taille

> Cette particularité aurait fini par avantager les mammifères

Etienne Dubuis

Les dinosaures ont perdu leur suprématie sur la faune terrestre parce qu'ils pondaient des œufs. Ce mode de reproduction, qui leur a permis de régner sans partage pendant plus de 150 millions d'années, s'est subitement retourné contre eux. Telle est l'hypothèse originale avancée ce mercredi dans la revue *Biology Letters* par une équipe internationale de chercheurs, composée notamment de vétérinaires de l'Université de Zurich.

Les auteurs de l'article ont tenté de refaire l'histoire sur la base d'un modèle. Ils ont composé des populations de mammifères et de dinosaures dotés de différents poids – de quelques grammes à 16 tonnes pour les premiers, de quelques grammes à 130 tonnes pour les seconds. Puis ils les ont mis-en-concurrence lorsqu'ils possédaient une taille approchante et ont comparé leur évolution avant et après la grande extinction d'espèces de la fin du crétacé, il y a 65 millions d'années.

Les chercheurs expliquent la domination des dinosaures par deux facteurs: la taille bien sûr, mais aussi une extraordinaire croissance entre le moment où ces bêtes sortaient de leurs œufs et celui où elles atteignaient la maturité. Alors qu'un éléphant est 22 fois plus lourd à l'âge adulte qu'à la naissance, un sauropode comme le titanosaure possédait un poids 2500 fois supérieur. Une telle caractéristique avait pour effet que ces animaux occupaient au cours de leur existence une très large gamme de niches écologiques, ce qui les amenait à entrer en compétition avec des espèces de tailles très diverses et à faire le vide autour d'eux à de nombreux «étages».

Pareil écart pouvait difficilement être évité. «Les dinosaures étaient forcément petits à la naissance puisqu'ils étaient nés au monde dans des œufs et que les œufs ne peuvent pas abriter un animal de grande taille sans se casser, explique l'un des auteurs de l'étude, Marcus Clauss, vétérinaire à l'Université de Zurich et spécialiste des fonctions digestives des mammifères. Les plus grands œufs jamais découverts, ceux de l'oiseau-éléphant de Madagascar (disparu il y a 800 ans), pesaient ainsi une dizaine de kilos. Et ceux des dinosaures restaient compris entre 5 et 7 kilos.»

Quant à la croissance des dinosaures, elle était favorisée par la compétition entre espèces. «Des espèces de taille moyenne avaient peu de chances de survivre puisque leurs adultes auraient été en conflit direct pour la nourriture avec des juvéniles d'espèces de grande taille, poursuit Marcus Clauss. A supposer qu'à dimension égale les uns et les autres aient été de force égale, les espèces de grande taille auraient perdu une fois sur deux des juvéniles, alors que les espèces de taille moyenne auraient perdu une fois sur deux des géniteurs. Comme les juvéniles sont plus faciles à remplacer que les géniteurs, les espèces de grande taille se seraient inéluctablement imposées à la longue et les espèces de taille moyenne auraient fatalement disparu.»

> La quasi-totalité des survivants ont dû voler ou se réfugier sur des îles

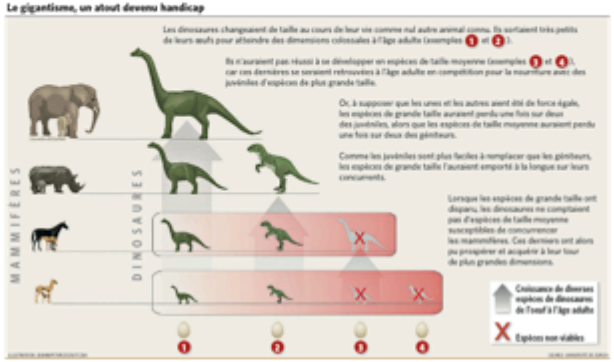
Mais l'avantage qu'a longtemps procuré cette croissance physique s'est transformé en inconvénient à la fin du crétacé, poursuivent les chercheurs. Les grandes espèces de dinosaures n'ont pas survécu à la disparition de l'essentiel de la couverture végétale consécutive à la chute d'une énorme météorite ou à l'intensification de l'activité volcanique. Ces grands mangeurs avaient résisté sans mal aux catastrophes naturelles tant qu'elles étaient restées de courte durée, parce que la capacité des femelles à pondre de nombreux œufs permettait à l'espèce de récupérer rapidement. Mais ils se sont retrouvés sans défense face à une crise prolongée. Et une fois ces géants éteints, leur «branche animale» n'a plus «compris que de tout petits êtres, faute d'avoir eu» développer des espèces de taille intermédiaire.

«Le champ libre a alors été laissé aux mammifères, parmi lesquels quelques espèces de taille moyenne avaient survécu au cataclysme, assure Marcus Clauss. Concurrencés cette fois par plus gros qu'eux, les dinosaures ne sont jamais parvenus à refaire leur retard de poids et de taille. Ceux qui sont parvenus jusqu'à nous, les oiseaux, ont dû voler pour échapper aux mammifères ou occuper des îles exemptes de prédateurs, comme les kiwis de Nouvelle-Zélande. Ceux-ci ne sont l'exception qui confirme la règle.»

«La disparition des dinosaures non aviaires s'explique par la rupture des chaînes alimentaires à la fin du crétacé, confirme Lionel Cavin, conservateur du Département de géologie et de paléontologie du Muséum d'histoire naturelle de la ville de Genève. Ceux qui se nourrissaient de végétation et ceux qui se nourrissaient d'espèces végétariennes ont disparu faute de nourriture, alors que les animaux mangeurs de insectes ou de la matière en décomposition ont survécu.»

L'article de *Biology Letters* est-il susceptible de compléter les connaissances actuelles sur la vaste? «La démarche est originale, comme l'est la spécialité des chercheurs, la biologie et non la paléontologie, poursuit Lionel Cavin. Mais il s'agit d'un modèle très théorique. Il reste à confronter cette hypothèse à la réalité du terrain.»

Le gigantisme, un atout devenu handicap



Panorama

Santé

Implants mammaires fragiles
Les ruptures sur les implants mammaires PIP au gel de silicone «frelaté» pourraient être plus nombreuses que prévu d'après une étude bretonnique publiée dans le *Journal of plastic, reconstructive and aesthetic surgery* et conduite auprès de 900 femmes dans ce pays. Le taux de rupture serait situé entre 13,9 et 33,8% pour des prothèses vieilles de 7 à 12 ans, «bien de précédentes études, les taux de rupture rapportés étaient de 2 à 5%», avise Jan Stanek, l'auteur principal de cette étude. (AFP)

Nivologie

Hiver des extrêmes
L'hiver 2011-2012 a été celui des extrêmes en Suisse, selon l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF. Après un début de saison avare en neige, la tendance s'est drastiquement inversée en janvier. Les records de mesures ont même été battus à Ulrichen (VS), qui a enregistré 456 cm de neige, ou Samnaun (GR), avec 192 cm. Au final, le total de neige n'a pas dépassé la moyenne. Et si davantage de dégâts matériels ont été enregistrés, les 83 avalanches signalées ont fait moins de victimes (13) qu'en moyenne. (ATS)

Nature

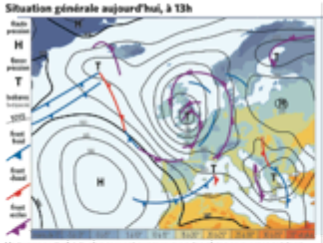
Champignon des pins décrit
Une vaste étude internationale, à laquelle a participé Lassaad Belbahri, biologiste à l'Université de Neuchâtel, a permis de décrypter le génome d'un champignon du genre *Heterobasidion*, un parasite des pins qui provoque des pertes évaluées à quelque 800 millions d'euros par an dans les forêts européennes. Ce résultat, publié dans la revue *New Phytologist*, ouvre de nouvelles perspectives dans la lutte contre cet agent pathogène. (ST)

Ouragans

«Irene» retirée de la liste
L'Organisation météorologique mondiale a annoncé mardi le retrait du prénom «Irene» de la liste des noms des cyclones à la suite des dommages exceptionnels causé par l'ouragan dévastateur Irene qui s'était abattu sur les Etats-Unis et les Caraïbes en août 2011. (AFP)

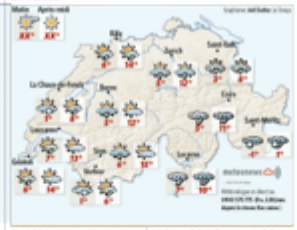
Météo

Situation générale aujourd'hui, à 13h



Un temps perturbé, le plus souvent nuageux avec des pluies ou averses prédominera sur l'ouest du continent, depuis les îles Britanniques jusqu'au nord du Portugal, en passant par la France, le Benelux et l'Italie. Plus à l'est, des pluies arroseront également les régions situées entre les Balkans et le nord de la Russie.

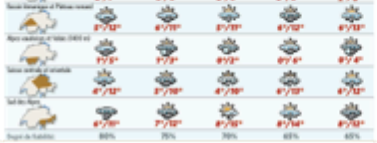
En Suisse



Un ciel très nuageux s'imposera sur l'extrême-est de la Suisse au sud des Alpes et des précipitations faibles à modérées se produiront. Ailleurs, un ciel changeant à assez dégagé l'emportera avec quelques averses. La limite pluie-neige se situera en général entre 1000 et 1500 mètres.

Prévisions à 5 jours

Des conditions changeantes et fraîches persisteront sur notre pays durant la période. Le ciel verra une alternance de pluies ou d'averses et des accalmies s'accompagnant d'éclaircies. La neige se situera vers 1000 à 1500 mètres suivant les jours et les lieux. Au sud des Alpes, le temps s'annonce plus perturbé jeudi et vendredi et une relative embellie passagère interviendra pour la journée de samedi.



Ephéméride

Soleil lever 06h42 coucher 20h27
3 minutes de soleil en plus
Lune lever 03h09 coucher 17h06
Phase de la Lune décroissante

LA MÉTÉO COMPLÈTE SUR INTERNET www.letemps.ch/meteo

Scanner

Déficience mentale et obésité

Florence Girard*

Les personnes atteintes de déficience mentale sont quatre fois plus touchées par l'obésité que la population générale. Si la santé publique instaure des projets pour lutter contre cette épidémie, ils sont rarement destinés à ces individus. Pourquoi ces personnes sont-elles si touchées par l'embonpoint? Une étude de l'Université de Chicago fait le point. Les causes de ces excès de poids sont multiples. Les enquêtes ont jadis prouvé que la génétique, certains syndromes particuliers et les médicaments y contribuent largement. Cependant, les scientifiques ont récemment relevé d'autres facteurs plus spécifiques.

L'étude pointe en premier lieu le doigt sur l'inactivité des personnes handicapées mentales. Leur motivation à se mouvoir est moindre; l'effort leur est souvent déplaisant et leurs capacités intellectuelles ne leur permettent pas toujours de saisir l'importance de pratiquer de l'exercice. Par ailleurs, ces personnes ont souvent besoin de l'aide d'un tiers. Or tous les instituts qui les hébergent n'ont pas la possibilité de leur proposer une activité physique régulière, par manque de personnel ou de moyens.

Ensuite, les individus atteints de retard mental ne saisissent pas forcément la raison pour laquelle on leur demande de se nourrir sainement et de ne pas grignoter tout au long de la journée: ils cèdent à leurs envies du moment. Ils sont aussi rarement autonomes quant à la gestion de leurs repas, et leur entourage n'a pas forcément des connaissances en nutrition.

Enfin, l'image corporelle de ces personnes est fréquemment placée au second plan, car elle est rendue presque invisible par le problème mental. Et le fait que leurs proches aient que les professionnels de la santé sont trop rarement sensibilisés au problème de poids n'aide pas.

Tous ces facteurs sont favorables au développement de l'obésité, et expliquent le lien certain entre retard mental et excès pondéral. Les problèmes de santé qu'en découlent sont pourtant tout aussi conséquents que pour tout un chacun. De fait, ce phénomène devrait être traité de manière spécifique, indépendamment des projets destinés à aider la population générale. Il semble donc pertinent de sensibiliser le personnel accompagnant ainsi que l'entourage de cette population, afin que le surpoids ne devienne pas un surhandicap.

* Diététicienne HES-diplômée

WHY HUGE DINOSAURS HAD SUCH TINY BABIES

In the end, dinosaurs were no match for mammals and the main issue was their egg-laying.

By Jennifer Viegas
Tue Apr 17, 2012 07:00 PM ET
(5) Comments | Leave a Comment

Print Email

Egg-laying may have helped dinosaurs get big.

THE GIST

- Larger mammals can have larger babies, but dinosaurs could not due to the physical limitations of laying eggs.
- Most dinosaurs were either large or small, but mammals can fill all body size niches in the ecosystem.
- When a catastrophic event wiped out larger species 65.5 million years ago, mammals were better able to recover.

A new study may explain many mysteries about dinosaurs, such as why enormous species had such small offspring, why non-flying dinos went extinct, and why today's birds fly.

The paper, published in the journal Biology Letters,

N24

12:20 Uhr
Mo, 13. August 2012

NACHRICHTEN | WISSEN | TIPPS & SERVICE

History | Dokumentationen | Magazine & Reportagen

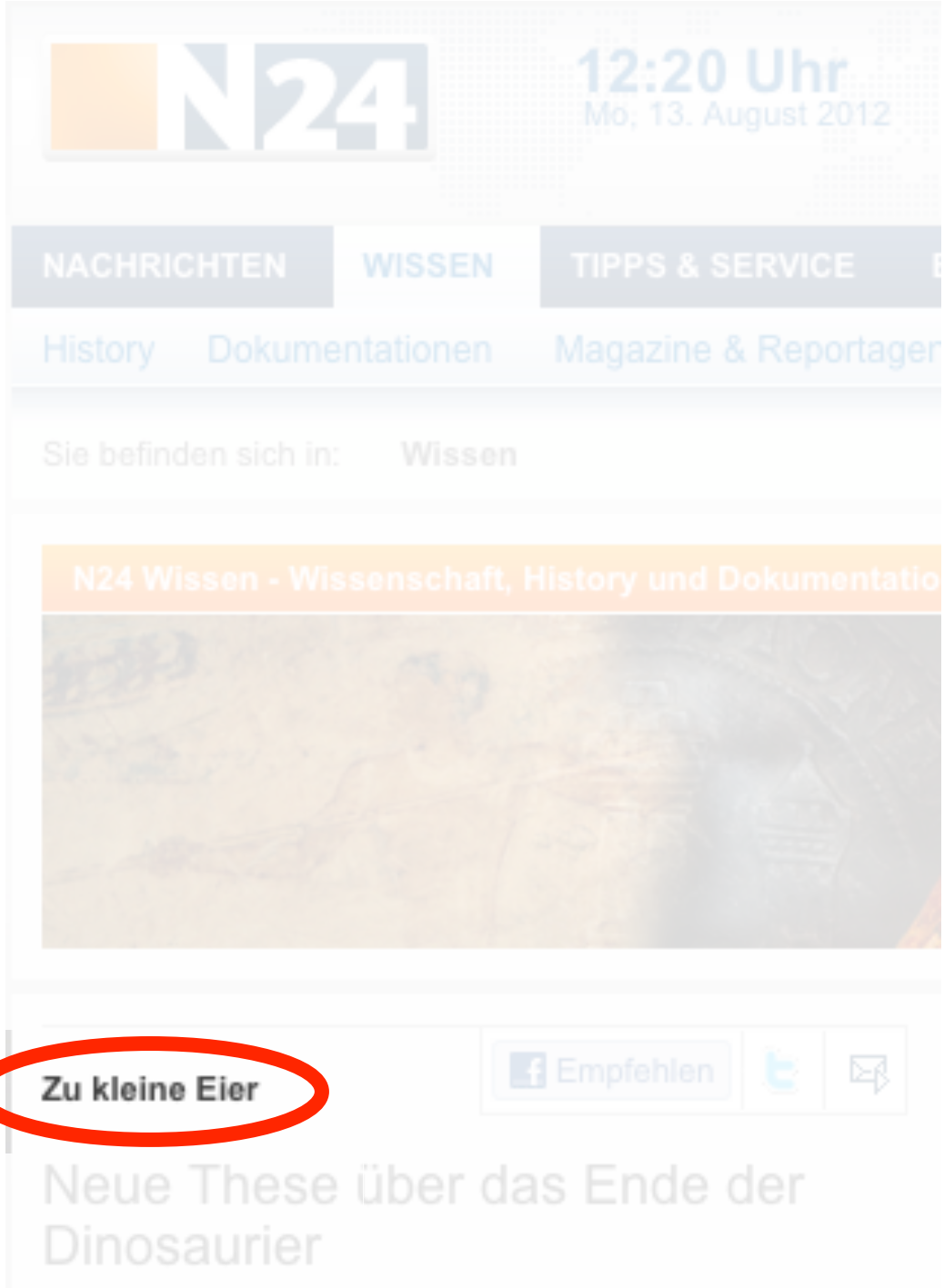
Sie befinden sich in: **Wissen**

N24 Wissen - Wissenschaft, History und Dokumentatio

Zu kleine Eier

Empfehlen

Neue These über das Ende der Dinosaurier


N24
12:20 Uhr
Mo, 13. August 2012
NACHRICHTEN
WISSEN
TIPPS & SERVICE
History
Dokumentationen
Magazine & Reportager
Sie befinden sich in:
Wissen
N24 Wissen - Wissenschaft, History und Dokumentatio
Zu kleine Eier
Empfehlen
Neue These über das Ende der Dinosaurier