

**From a local observation to a European-wide phenomenon: Amphibian deformities at  
Serra da Estrela Natural Park, Portugal**

TELMA G. LAURENTINO<sup>1</sup>, MIGUEL P. PAIS<sup>2</sup>, GONÇALO M. ROSA<sup>3,4,5,6</sup>

<sup>1</sup> Computational Biology and Population Genomics Group, Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes (CE3C), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

<sup>2</sup> MARE - Marine and Environmental Sciences Centre, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

<sup>3</sup> Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE), School of Anthropology and Conservation, University of Kent, Kent, UK.

<sup>4</sup> Institute of Zoology, Zoological Society of London, London, UK.

<sup>5</sup> Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes (CE3C), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal.

<sup>6</sup> Department of Biology, University of Nevada, Reno, NV, USA.

***Basic and Applied Herpetology 00 (2016) 00-00***

**SUPPLEMENTARY MATERIAL**

## Section S1: List of reviewed literature.

- Andrei M (1985) Un cas de polymélie dans le complex *Rana* “*esculenta*” Linné (Anura). *Travaux du Museum d'Histoire Naturelle “Grigore Antipa”* 27: 267–268
- Arias J, Martret G, Subirà EFI, Martínez-Silvestre A (1999) Polimèlia a *Triturus marmoratus* (Latreille 1800) (Urodela, Salamandridae). *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia* 14: 98–99
- Arntzen JW, Wallis GP (1991) Restricted gene flow in a moving hybrid zone of the newts *Triturus cristatus* and *T. marmoratus* in western France. *Evolution* 45:805–826
- Ballengée B, Sessions SK (2009) Explanation for missing limbs in deformed amphibians. *Journal of Experimental Zoology. Part B, Molecular and Developmental Evolution* 312: 770–779
- Balsamo-Crivelli G (1865) Sopra alcuni nuovi casi di Polimelia (membra soprannumerari) osservati in alcuni individui del genere *Rana*. *Rendiconti Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze Matematiche e Naturali* 2:261–263
- Baptista N, Sá-Sousa P (2005) Hallazgo de un sapo corredor, Bufo calamita, malformado en Portugal. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 16(1–2):42–43
- Barfurth D (1900) Die experimentelle Herstellung der Cauda bifida bei Amphibienlarven. *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 9:1–26
- Bassi R (1874) Di una rana comune con un arto anteriore soprannumerario. *Il Medico Veterinario, Torino* (4) 8:120–123
- Belz A (1981) Die Lurche und Kriechtiere Wittgensteins. Part I. *Wittgenstein* 45:143–162
- Bender O (1906) Zur Kenntnis der Hypermelie beim Frosch. *Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch* 35:395–412
- Bergendal D (1889) Über eine dritte vordere Extremität eines braunen Frosches. *Bihang kungliga svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* 14(IV, 8):1–35
- Bolkay StJ (1926) Über einen merkwürdigen Fall der Hyperdaktylie bei *Rana ridibunda* Pall. *Novitates Musei Sarajevoensis* 4:1–5
- Bonnet A, Rey M (1935) Sur quelques monstruosités présentées par la grenouille. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 60:338–341
- Bonnet A, Rey M (1937) Sur quelques cas de polydaktylie et de schistodaktylie observés en série chez la grenouille. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 62:21–25
- Borkin LJ, Pikulik MM (1986) The occurrence of polymely and polydaktyly in natural populations of anurans of the USSR. *Amphibia-Reptilia* 7(3):205–216
- Born G (1876) Die sechste Zehe der Anuren. *Morphologisches Jahrbuch* 1: 435–453
- Born G (1880) Nachträge zu “carpus und tarsus”. *Morphologisches Jahrbuch* 6:49–78
- Brandt (1931) Becken- und Gelenkbesonderheiten bei einem Naturfund von *Rana fusca* mit drei Hinterbeinen. *Anatomischer Anzeiger* 72:348–352
- Brandt W (1932) Ein fünfbeiniger Frosch. *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 43:62–64
- Brandt W (1933) Weitere Mitteilungen über Abnormitäten bei Amphibien. *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 23:395–401
- Brandt W (1934) Naturfunde von Doppel- und Dreifach-Bildungen bei Fischen und Amphibien. (3. Mitteilung) *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 45:217–222
- Brandt W (1935) Weitere Naturfunde von Doppel-Bildungen bei Amphibien. (4. Mitteilung) *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 46: 147–152
- Brandt W (1937) Weitere Naturfunde von Gliedmaßen- und Schwanzmißbildungen bei Amphibien. (5. Mitteilung). *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 49:67–69
- Bregulla D (1987) Fund einer anencephalen und teilalbinotischen Feuresalamander-Larve *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) (Caudata: Salamandridae). *Salamandra* 23:65–67
- Bruch C (1864) Über mißbildungen der Chorda dorsalis (Dichordus), nebst Bemerkungen über Doppelbildungen. *Würzburger Medizinische Zeitschrift* 5:1–35.
- Bruch C (1873) Über dreifachbildungen. *Jenaische Zeitschrift* 7:142–175
- Caetano MH (1991) Anomalies et régénération des membres chez *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800). *Bulletin de la Société Herpétologique de France* 57:53–58

- Camerano L (1882) Di un caso di polimelia in un triton taeniatus (Schneid.) *Atti della Società Italiana Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 25:113–116
- Camerano L (1888) Descrizione di un girino anomalo di *Rana esculenta* Linneo. *Bollettino dei Musei di Zoologia e di Anatomia Comparata della Reale Università di Torino* 3(36):1–2
- Canestrelli D, Costantini V, Chiacchiera F (2006) *Triturus alpestris* (Alpine newt): polymely. *Herpetological Bulletin* 98:36–37
- Cavanna G (1877) Decrizione di alcuni batraci anuri polimeliani e considerazioni intorno alla polimelia. *Pubblicazioni del Reale Istituto di Studi Superiori Pratici e di Perfezionamento di Firenze, Sezione di Scienze Fisiche e Naturali* 1:1–38
- Chaloux J (1952) Un cas de duplication du bras gauche et de sa ceinture observé chez un femelle de *Rana exciemta* L. *Comptes rendus du Congrès des Sociétés Savantes de Paris et des Départements (Science)* 76:85–92
- Cisternas R (1865) Polymélie dans un *Alytes obstetricans* Wagl. *Revue et Magasin de Zoologie Pure et Appliquée* (2) 17:287–288
- de Falvard G (1931) Un cas d’hyperrégénération chez *Rana esculenta*. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique* 65:267–290
- Dely OG (1960) Une grenouille verte (*Rana esculenta* L.) á cinq extrémités. *Vertebrata Hungarica* 2:41–47
- Diego-Rasilla F (2000) Malformaciones en una población de *Triturus marmoratus*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 11: 88–89
- Diego-Rasilla FJ (2009) Limb abnormalities in the palmate newt, *Lissotriton helveticus* (Caudata: Salamandridae). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 20:62–63
- Diego-Rasilla FJ, Luengo RM, Rodríguez-García L (2007) *Triturus marmoratus* (marbled newt): limb abnormalities. *Herpetological Review* 38(1):68
- Dubois A (1968) Sur deux anomalies de la grenouille verte (*Rana esculenta*). *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 37:310–316
- Dubois A (1974) Polydactylie massive, associée à la clinodactylie, dans une population de *Rana graeca*. Emarques sur la polydactylie faible et la clinodactylie chez *Bufo bufo* (Amphibiens, Anoures). *Bulletin de la Société Zoologique de France* 99: 505–521
- Dubois A (1979) Anomalies and mutations in natural populations of the *Rana “esculenta”* complex (Amphibia, Anura). *Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin* 55:59–87
- Dubois A (1983) L’anomalie P des grenouilles vertes (complexe de *Rana kl. esculenta* Linné, 1758) et les anomalies voisines chez les amphibiens. *Comptes Rendus du Premier Colloque International de Pathologie des Reptiles et des Amphibiens, Angers, France* :215–221
- Dubois A, Thireau M (1972) Polydactylie chez *Rana iberica* Boulenger, 1879 (amphibiens, anoures). *Bulletin du Muséum national d’Histoire Naturelle, Paris, section A, Zoologie* 22:157–161
- Dubois A, Vachard D (1969) Sur trois anomalies digitales de la Grenouille rousse (*Rana temporaria*). *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 163:2255–2257
- Dubois A, Vachard D (1971) Sur l’élevage et la reproduction de quelques anoures indigènes, et particulièrement *Rana temporaria* et *Bufo bufo*. *Comptes Rendus de la Société d’Herpétologie de France* :11-24
- Duméril A (1865) Observations sur la monstruosité dite polymélie on augmentation du nombre des membres chez les batraciens anoures. *Nouvelles Archives du Muséum d’Histoire Naturelle Paris* 1:309–319
- Duméril A (1865) Trois cas de polymélie (membres surnuméraires) observés sur les batraciens du genre *Rana*. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l’Académie des Sciences Paris* 9:911–913
- Dürigen A (1897) *Deutschlands amphibien und reptilien. Eine Beschreibung und Schilderung sämtlicher in Deutschland und den angrenzenden Gebieten vorkommenden Lurche und Kriechthiere*. Creutz’sche Verlagsbuchhandlung, Magdeburg
- Ercolani G (1882) Della polidactylia, e della polimelia nei rettili e di alcune forme di mostruosita con queste corrispondenti, osservate negli organi della locomozione nei Pesci. *Memorie della Accademia delle Scienze dell’Istituto di Bologna* (4) 3:810–824
- Escoriza E, García-Cardenete L (2005) Polimeia en *Alytes dickhilleni* y *Salamandra salamandra longirostris*. Dos casos ejemplares con seis extremidades. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 16:39–41
- Fabretti F (1875) (not 1866) Cenni en due casi di polimelia nei batraci. *Rivista Scientifi co-Industriale delle Principali Scoperte ed Invenzioni Fatte Nelle Scienze e Nelle Industrie* 7:214–218

- Feldmann R, Klewen R (1981) Feuersalamander – *Salamandra salamandra terrestris* Lacépède. *Die Amphibien und Reptilien Westfalens. Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde Münster* 43(4):30–44
- Fernández-Álvarez FA, Recuero E, Martínez-Solano I, Buckley D (2011) First record of bicephaly in *Lissotriton boscai* (Amphibia, Caudata, Salamandridae). *North-Western Journal of Zoology* 7(1): 161–163
- Fischer CEC (1971) Luxation et raideur permanente des membres postérieurs chez la grenouille rousse. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 10:292–294
- Fischer CEC (1973) Polydactylie faible chez la grenouille rousse. *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 42:1–4
- Fischer CEC (1977) Un mime morphologique de la polydactylia faible: la fissuration de phalanges distales chez *Rana temporaria* (Amphibiens, Anoures). *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 46:143–146
- Flax NL, Borkin LJ (1997) High incidence of abnormalities in anurans in contaminated industrial areas (eastern Ukraine). In: *Herpetologia Bonnensis*, Böhme W, Bischoff W, Ziegler T (editors), Societas Europaea Herpetologica, Bonn. pp 119–123
- Flyaks [Flax] NL, Borkin LJ (2004) Morphological abnormalities and heavy metal concentrations in anurans of contaminated areas, eastern Ukraine. *Applied Herpetology* 1: 229–264
- Flindt R (1985) Untersuchungen zum Auftreten von mißgebildeten Wechselkröten (*Bufo viridis*) in einem Steinbruch in Vaihingen-Roßwag. *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde Württembergs* 140:212–233
- Freytag D (1941) Eine sechsbeinige knoblauchkröte. *Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde* 38:325–326
- Freytag D (1952) Über einen jungen Wasserfrosch mit fünf überzähligen Gliedmaßenanlagen an drei Beinen. *Der Zoologische Garten* 19:154–157
- Freytag GE (1954) *Der Teichmolch*. Die Neue Brehm-Bücherei Wittenberg Lutherstadt, A. Ziemsen Verlag. 117:71
- Freytag GE (1955) *Feuersalamander und Alpensalamander*. Die Neue Brehm- Bücherei, A. Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt. 142:79
- Freytag GE, Hübener HE (1958) Drei Anomalien in einer Bergmolchzucht. *Deutsche Aquarien- und Terrarien-Zeitschrift* 11:82–83
- Galán P (2011). Anfíbios con malformaciones en el Parque Natural das Fragas do Eume (A Coruña, Galicia). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 22:65–67
- Garin I, San Sebastián O, Bandrés A, Rubio X (2009) Malformaciones en ejemplares de sapo corredor (*Epidalea calamita*) de la costa vasca. *Munibe* 57:163–167
- Gemmill JF (1906) Supernumerary limb in a frog. *Journal of Anatomy and Physiology* 40:387–395
- Gerecht A (1929) Über die Richtung der phyletischen Wanderung der Sacral region bei *Triton cristatus* und *Triton taeniatus*. *Latvijas Bioloģijas Biedrības Raksti* 1:9–12
- Gervais P (1864) Cas de polymélie observé sur un batrachien (*Pelobates cultripes*) et sur une espèce du genre *Raie* (*Raja clavata*). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 59:800–802
- Gervais P (1864) Cas de polymélie (membres surnuméraires) observés sur un batracien du genre *Pelobates* et sur une espèce du genre *Raie*. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 59:800–802
- Giebel CG (1867) Monstrositäten von *Cervus capreolus*, *Rana temporaria* und *Bombinator igneus*. *Zeitschrift für die Gesamten Naturwissenschaften* 29: 503–504
- Giltay L (1932) Note sur quelques larves néoténiques de *Molge almate* Schneid., trouvées en campine anversoise. *Bulletin du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique* 8:1–9.
- Green DE, Harshbarger CJ (2001) Spontaneous neoplasia in amphibians. In: *Amphibian medicine and captive husbandry*, Wright KM, Whitaker BR (editors), Krieger Publisher, Malabar. pp 335–400
- Griffiths RA (1981) Physical abnormalities and accessory limb growth in the smooth newt, *Triturus vulgaris*. *British Journal of Herpetology* 65:180–182.
- Grimme A (1907) Eine missbildung von *Rana temporaria* Ant. *Abhandlungen und Berichte des Vereins für Naturkunde zu Kassel* 51:126
- Grosse WR, Bauch S (1988) Fehlentwicklung beim Laubfrosch *Hyla arborea* L.. *Feldherpetologie, Erfurt* 1988:25–28
- Grosse WR, Günther R (1996) 6.4. Kammolch – *Triturus cristatus* (Laurenti, 1768). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 120–143

- Günther R (1996) *Bufo bufo* Linnaeus, 1758. In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 274–302
- Günther R (1996) Teichfrosch – *Rana kl. esculenta* Linnaeus, 1758. In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 455–475
- Günther R, Meyer F (1996) Kreuzkröte – *Bufo calamita* Laurenti, 1768. In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 302–321
- Günther R, Nabrowsky H (1996) Moorfrosch – *Rana arvalis* Nilsson, 1894. In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 364–388
- Günther R, Podloncky R (1996) Wechselkröte – *Bufo viridis* Laurenti, 1768. In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 322–343
- Günther R, Scheidt U (1996) Geburtshelferkröte – *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 195–214
- Günther R, Schneeweiss N (1996) Rotbauchunke – *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 215–232
- Hamilton AG (1950) Polymely in a frog. *Nature* 166:611–612
- Hellmich W (1929) Mehrfachbildungen von extremitäten bei amphibien (Naturfunde). *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 115:409–414
- Hellmich W (1941) Abnorme regeneration einer hintergliedmaße bei einer larve von *Alytes obstetricans* [Geburtshelferkröte]. *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 52:326–327
- Henle K (1981) A unique case of malformation in a natural population of the green toad (*Bufo viridis*) and its meaning for environmental politics. *Bulletin of the British Herpetological Society* 1981(4):48–49
- Henle K, Mester B, Lengyel S, Puky M (2012) A review of a rare type of anomaly in amphibians, tail duplication and bifurcation, with description of three new cases in European species (*Triturus dobrogicus*, *Triturus carnifex*, and *Hyla arborea*). *Journal of Herpetology* 46:451–455
- Héron-Royer LF (1884) Cas tératologiques observes chez quelques tetrads de batraciens anoures et de la possibilité de prolonger méthodiquement l'état larvaire chez les batraciens. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 9:162–168
- Herre W (1934) Der Schädel eines ungewöhnlichen *Triturus alpestris apuana* Bon. *Zoologischer Anzeiger* 106:39–46
- Hillenius D (1959) Ein zweiter fall der “anomalie P” (Rostand) bei *Rana esculenta* Linné. *Medizinische Klinik* 54:99–100
- Howes GB (1893) Notes on variation and development of the vertebral and limb-skeleton of the amphibian. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1893:268–278
- Hvass H (1943) Ein fall von polymelie beim wasserfrosch, *Rana esculenta* L. *Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Foreningen I København* 106:233–240
- Jäckel AJ (1881) Ein fünfbeiniger *Triton cristatus*. *Der Zoologische Garten* 22:156
- Jahn K (1998) Ein Fall von extremitätenanomalie bei *Pelobates fuscus*. *Zeitschrift für Feldherpetologie* 5:65–69
- Joly P (1966) Polydactylie bilaterale naturelle chez des larves de *Salamandra salamandra* (L.). *Bulletin de la Société Zoologique de France* 91:336
- Jourdain M (1877) Monstre ectromèle rencontré sur une *Rana temporaria*. *Bulletin de la Société Scientifique de Nancy* 2(3):10
- Kabisch K (1975) Ein fünfbeiniger teichfrosch (*Rana esculenta* Linnaeus). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundlichen Museums 'Mauritianum'* 9:1
- Klausewitz W (1952) Doppelseitige polydactylie bei einem männchen von *Rana esculenta*. *Senckenbergiana* 33(4/6):247–251
- Koskela P (1974) Combination of partial adactylism and syndactylism in *Rana temporaria* L. *Aquilo, series Zoologie* 15:37–38
- Landois H (1884) Ein sechsbeiniger Molch. *Der Zoologische Garten* 25:94
- Lauthier M (1971) Etude descriptive d'anomalies spontanées des membres postérieurs chez *Pleurodeles waltlii* Michah. *Annales d'Embryologie et de Morphogenèse* 4:65–78
- Leeke P (1912) Regeneration und selbstverstümmelung. *Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde* (9):447–450, 463–464
- Leydig F (1877) Die anuren batrachier der deutschen fauna. Max Cohen & Sohn, Bonn

- Leydig F (1879) Die rippenstacheln des *Pleurodeles waltii*. *Archiv für Naturgeschichte* 45:211–234
- Loyez M (1897) Sur un têtard de *Rana temporaria* bicéphale. *Bulletin de la Société Zoologique de France* 22:146–148.
- Lüdicke M (1971) Ein fünfbeiniger Grasfrosch (*Rana temporaria* L.). *Zoologischer Anzeiger* 186:188–197
- Luis R, Baéz M (1987). Anomalías morfológicas en los anfibios de las Islas Canarias (Amphibia, Anura). *Vieraea* 17:295–296
- Machado C, Kwet A, Schlüter A (2010). Polydactyly and polymely in two populations of *Rana temporaria* and *Pelophylax esculentus* (Anura, Ranidae) in southern Germany. *Salamandra* 46:239–242
- Malkmus R (1981) Bemerkungen zu einer *Triturus boscai*- Population in einem Brunnenbecken der Serra de Sintra. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais* 20:25–40
- Martins d'Alte JA (1937) Sur une anomalie de l'autopode chez un "*Triton marmoratus*" (Latreille). *Comptes Rendus du XIIe Congrès International de Zoologie, Lisbonne, 1935. Vol. II, Section III: Anatomie Comparée. Arquivos do Museu Bocage, 6-A, 1935:713–714.*
- Martins d'Alte JA (1941) Notas tertológicas - VII - Bifidez do membro anterior num *Pleurodeles*. *Anais da Faculdade de Ciências do Porto* 26(4):245–249
- Martins d'Alte JA (1945) Un cas de mélomélie chez la *Chioglossa lusitanica* Boc.. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais* 15:47–51
- Mazza F (1888) Caso di melomelia anteriore in una *Rana esculenta* Linn. *Atti della Società Italiana Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 31: 145–150
- Mertens R (1924/5) Zwei mißbildungen bei schwanzlurchen. *Pallasia* 2(1):82–83
- Meyer-Rochow VB, Koebe J (1986) A study of the extra-extremity in a five-legged *Rana temporaria* frog. *Zoologischer Anzeiger* 217:1–13
- Moncharmont U (1949) Descrizione di un arto posteriore soprannumerario in una *Rana esculenta* rinvenuta in natura. *Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli* 57:78–91
- Nicolay G, Nicolay H (1997) Schwanzanomalie bei feuersalamander. *Elaphe* 5:97
- Nöllert A, Günther R (1996) Gelbbauchunke – *Bombina variegata* (Linnaeus 1758). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 232–252
- Nöllert A, Günther R (1996) Knoblauchkröte – *Pelobates fuscus* (Laurenti 1768). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 252–274
- O'Donoghue CH (1910) Instances of polymely in two frogs. Together with notes on the absence of a right pre-caval vein in two frogs. *Zoologischer Anzeiger* 35:759.
- Ohler A (1991) Entwicklung, ausprägung und häufigkeit einer polydaktylie assoziiert mit brachymelie bei larven eines *Rana ribunda* -Pärchens. *Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Anatomie und Ontogenie der Tiere* 121:127–135
- Olivier E (1893). Un crapaud phénomène. *Revue Scientific Bourbonsnais et du Centre de la France* 6:105
- Orska J, Imiolek Z (1962) Preliminary studies on the effect of temperature on the development of meristic characters in the Urodela. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Prace Zoologiczne* 3:135–155
- Otto AG (1816) *Seltene Beobachtungen zur Anatomie, Physiologie und Pathologie*. 1:22 Breslau
- Otto AG (1841) *Monstrorum sexcentorum descriptio anatomica*. Ferdinand Hirt, Vratislav
- Paris P (1912) Curieux cas de teratologie chez une grenouille. *Compte Rendu de la Association Française pour l'Avancement des Sciences* 1922:449
- Parona C (1879) Comunicazioni dai laboratorj. *Dal Laboratorio di Anatomia e Fisiologia Comparete della R. Università di Pavia. Bollettino Scientifico dai Professori all'Università di Pavia* 1(1):64
- Paulicki DR (1883) Ein fünfbeiniger frosch. *Deutsche Zeitschrift für Tiermedizin und Vergleichende Pathologie* 12:258–259
- Pereira R, Rocha S (2004) *Chioglossa lusitanica* (golden-striped salamander): Dicephalic larva. *Herpetological Bulletin* 87:29–30
- Piha H, Pekkonen M, Merilä J (2006) Morphological abnormalities in amphibians in agricultural habitats: a case study of the common frog *Rana temporaria*. *Copeia* 2006:810–817
- Pinya S, Pérez-Mellado V, Suárez-Fernández JJ (2012) First records of limb malformations in wild populations of the Endangered balearic midwife toad, *Alytes muletensis*. *Herpetological Review* 43(2):240–243
- Politzer N (1926) Die doppelbildungen bei urodelen. II. Mitteilung. *Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* 108:417–462

- Ponse K (1941) Sur l'ectromélie bithoracique et diverses anomalies présentées par les descendants issus d'une ponte biddérienne d'un crapaud femelle. *Revue Suisse de Zoologie* 48:545–551
- Puky M, Fodor A (2002) Occurrence of amphibian deformities along the Hungarian section of the River Danube, Tisza and Ipoly. *Limnological Reports of the International Association for Danube Research* 34: 845–852
- Rahmann H, Engels WH, Grüter HG (1962) Doppelmißbildung einer vorderextremität bei *Rana temporaria* L. *Zoologischer Anzeiger* 169:449–454
- Recuero-Gil E, Campos-Asenjo O (2002) *Triturus marmoratus* (marbled newt): polymely. *Herpetological Bulletin* 82:31–32
- Ridewood WG (1902) Abnormal sacra in edible frog (*R. esculenta*) and one common frog (*R. temporaria*). *Proceedings of the Linnean Society of London* 1902:46–47
- Reichenow E (1908) Beispiele von abweichungen in der zahl der hintergliedmaßen bei *Rana esculenta*. *Zoologischer Anzeiger* 32:677–682
- Rimpp K (1981) Bericht über den fund mißgebildeter wechselkröten (*Bufo viridis*). *Herpetofauna* 3(11):25–28
- Roberts JM, Verrell PA (1984) Physical abnormalities of the limbs of smooth newts (*Triturus vulgaris*). *British Journal of Herpetology* 6:416–418
- Rostand J (1947) Gynogenèse et polydactylie chez le crapaud ordinaire. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 141:629–630
- Rostand J (1947) De quelques anomalies digitales chez le crapaud ordinaire (*Bufo bufo*). *Revue Scientifique* 1947:1121–1125
- Rostand J (1948) Anomalies digitales chez le crapaud ordinaire (*Bufo bufo*). *Bulletin Intérieur de la Société Française de Génétique* 1:1
- Rostand J (1948) Les mutations des batraciens anoures. *Revue Scientifique* (7) 3295:438–440
- Rostand J (1948) Polydactylie naturelle chez le crapaud ordinaire (*Bufo bufo*). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 226:1398–1399
- Rostand J (1948) Ectrodactylie naturelle chez le crapaud ordinaire. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 226:1224
- Rostand J (1949) Hérité de la polydactylie chez le crapaud ordinaire (*Bufo bufo*). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 228:778–779
- Rostand J (1949) Les anomalies héréditaires chez les batraciens. *La Vie rustique (Bruxelles)* 1949:162
- Rostand J (1949) Polydactylie naturelle chez la Grenouille verte (*Rana esculenta*). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 228:1666–1667
- Rostand J (1949) Sur diverses anomalies relevées dans une population de crapauds (*Bufo bufo*). *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 143:758–760
- Rostand J (1949) La génétique des batraciens. *Revue Générale des Sciences pure et Appliquées et Bulletin de la Société Philomathique* 56:262–267
- Rostand J (1950) Polydactylie chez la grenouille rousse (*Rana temporaria*) et clinodactylie chez la grenouille verte (*Rana esculenta*). *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 144: 19–20
- Rostand J (1950) Sur la descendance des grenouilles polydactyles. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 231:496–498
- Rostand J (1951) Sur une nouvelle anomalie génétique (diplopodie) chez le crapaud ordinaire (*Bufo bufo*). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 232:2043–2045
- Rostand J (1951) Sur la polydactylie des batraciens anoures. *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique* 85:113–136
- Rostand J (1952) Polydactylie, polypodie et polymélie chez *Rana esculenta*. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 235:322–324
- Rostand J (1952) Sur une certaine anomalie P de la grenouille verte (*Rana esculenta* L.). *Revue Scientifique* 1952:353–365
- Rostand J (1953) Ce que nous apprenent les crapaud et les grenouilles. *Les Conférences du Palais de la Découverte* série A, 183:5–25

- Rostand J (1955) Polydactylie associée à la polymélie chez *Alytes obstetricans* Laur. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biologie et de ses Filiales* 149:1916–1918
- Rostand J (1956) Sur une nouvelle anomalie (E) de *Rana temporaria* L.: ectrodactylie, torsion de la queue et pupille Claire. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 242:3000–3002
- Rostand J (1956) Polymorphisme de l'anomalie E chez *Rana temporaria* L. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 243:973–974
- Rostand J (1957) Grenouilles monstrueuses et radioactivité. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 245:1175
- Rostand J (1958) *Les anomalies des amphibiens anoures*. Sedes, Paris
- Rostand J (1958) Sur un nouveau type of polydactylie chez la grenouille verte (*Rana esculenta* L.). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 247:336
- Rostand J (1959) L'anomalie P chez la grenouille verte (*Rana esculenta* L.). *Bulletin Biologique de la France et de la Belgique* 93:7–15
- Rostand J (1960) Le problème des grenouilles monstrueuses. *Sciences* 1960:25–32
- Rostand J (1962) Sur la distribution de l' anomalie P chez la grenouille verte (*Rana esculenta* L.). *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 255:2189
- Rostand J (1971) *Les étangs a monstres. Histoire d'une recherche (1947–1970)*. Stock, Paris
- Rostand J, Fischer JL (1959) Polydactylie chez *Rana temporaria*. *Comptes Rendus Hebdomadaires Séances de l'Académie des Sciences Paris* 249:329–330
- Row RW (1916) A frog with symmetrically abnormal hind feet. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1916:87–89
- Saint-Hilaire IG (1832) *Histoire générale et particulière des anomalies de l'organisation chez l'homme et les animaux. Ouvrage comprenant des recherches sur les caractères, la classification, l'influence physiologique et pathologique, les rapports généraux, les lois et les causes des monstruosités, des variétés et vices de conformation, ou traité de teratology*. Volume I. Ballière. Librairie de l'Académie Royale de Médecine, Paris
- Sanchiz FB, Pérez PJ (1974) Frecuencia de anomalías óseas en la población de *Discoglossus pictus* (Anura, Discoglossidae) de Campos (Asturia). *Boletín de la Estación Central de Ecología (Madrid)* 3(6):69–77
- Sassernò A (1888–89) Ricerche intorno alla struttura della colonna vertebrale del genere *Bombinator*. *Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino* 24:451–466
- Schlüpmann M, Günther R (1996) Grasfrosch – *Rana temporaria*. In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 412–454
- Schlüpmann M, Günther R, Geiger A (1996) Fadenmolch – *Triturus helveticus* (Razoumowsky, 1789). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 143–174
- Schmelcher D, Hellmich W (1951) Über eine merkwürdige larve eines feuersalamanders. *Die Aquarien- und Terrarien-Zeitschrift* 4:300–302
- Schubert M (1925) Über einem fall von polydaktylie bei *Rana esculenta*. *Anatomischer Anzeiger* 59:460–463
- Schüßler H (1925) Larve von *Rana esculenta* L. mit drei Hintergliedmaßen. *Zoologischer Anzeiger* 64:137–138
- Schwalbe H (1910) *Morphologie der Missbildungen. Book II. Doppelbildungen*. Gustav Fischer, Jena
- Sequeira F, Gonçalves H, Meneses C, Mouta Faria M (1999) Morphological abnormalities in a population of *Chioglossa lusitanica*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 10:35–36
- Sievers E (1933) Ein naturfall von polymelie beim frosch. (Mit histologischen Beobachtungen). *Anatomy and Embryology* 99:710–720
- Simmermacher G (1885) Notiz über einen sechsfüßigen molch. *Der Zoologische Garten* 26:93
- Skillcorn J(1988) Toady. *Aquarist and Pondkeeper* 52(13):19
- Sordelli F (1876) Descrizione di una rana polimelica del Museo Civico di Milano con alcune considerazioni sulla polimelia e sulla polidattilia negli articolati. *Atti della Società Italiana Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 19:392–398
- Sordelli F (1878) Nuovo caso di polimelia nella *Rana mangereccia*. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 21:48
- Strobel P (1876) Cenno su tre casi di polimelia nelle rane. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 18:405–409



- Strobel P (1876) Ulteriori cenni sulla polimelia nelle rane. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano* 19: 385–391
- Susebach E (1935) Eine doppelköpfige, eine spiraling aufgerollte und dunkelgefärbte larve von schwarzem feuersalamanderweibchen (Briefliche Mitteilungen). *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 46:147
- Sutton JB (1889) Supernumerary limbs in frogs and toads. *Transactions of the Pathological Society of London* 40:461–463
- Sutton JB (1890) *Evolution and disease*. Walter Scott, London
- Talavera RR (1987) Anomalies in the vertebral column ontogeny of field reared *Pelobates cultripes*. *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica; Faculty of Sciences, Nijmegen* :395–398
- Talvi T (1987) Üks imelik konn. *Eesti Loodus* 1987:599–601, 621, 623
- Thiesmeier B, Günther R (1996) Feuersalamander – *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758). In: Günther R (editor), *Die Amphibien und reptilien Deutschlands*, Gustav Fischer Verlag, Jena. pp 82–104
- Tornier G (1898) Ein fall von polymelie beim frosch mit nachweis der entstehungsursachen. *Zoologischer Anzeiger* 21: 372–379
- Tornier G (1900) Amphibiengabelschwänze und einige grundgesetze der regeneration. *Zoologischer Anzeiger* 23:233–256
- Van Deen I (1838) *Anatomische beschreibung des monströsen, sechsfüßigen wasser-Frosches (Rana esculenta)*. S.&J. Luchtmans, Leiden
- Van der Hoeven J (1840) Fragments zoologiques sur les batraciens. *Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Strasbourg* 3:1–12
- Van der Hoeven J (1932) Eenige aanteekeningen over de kenmerken van het geslacht *Bombinator* van Merrem, en over de soorten, die daartoe behooren. In: *Bydragen tot de natuurkundige wetenschappen*, van Hall HC, Vrolik W, Mulder GJ (editors), Erven H. Gartman, Amsterdam. pp 77–82
- Vanni S (1979) Note di erpetologia della Toscana: *Salamandrina terdigitata*, *Rana graeca*, *Coluber viridiflavus*, *Natrix natrix*. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali Residente in Pisa*, Memorie (serie B) 86:103–123
- Veith M, Viertel B (1993) Veränderungen an den extremitäten von larven und Jungtieren der erdkröte (*Bufo bufo*): Analyse möglicher ursachen. *Salamandra* 29(3–4):184–199
- Villanueva A (2007) Polimelia en un ejemplar de *Salamandra salamandra* en Asturias. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española* 18:90–91
- Wiedersheim R (1875) *Salamandrina perspicillata* und *Geotriton fuscus*. 17 plates and 3 wood cuts *Genua* 1875:179
- Woitkewitsch AA (1959) *Natürliche Mehrfachbildungen an Froschextremitäten*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena
- Wolterstorff W (1925) Katalog der amphibien-sammlung im Museum für Natur- und Heimatkunde. Erster Teil: Apoda, Caudata. *Abhandlungen und Berichte aus dem Museum für Naturkunde und Vorgeschichte und dem Naturwissenschaftlichen Verein in Magdeburg* 4:231–310.
- Wolterstorff W (1927) Feuersalamander mit überzähliger gliedmaße auf dem rücken. *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 37:211
- Wolterstorff W (1935) Zusatz [Comment]. *Blätter für Aquarien- und Terrarien-Kunde* 46:147
- Wolterstorff W, Freytag GE (1942) Eine zweiköpfige feuersalamanderlarve. *Wochenschrift für Aquarien- und Terrarienkunde* 38:367–368
- Wolterstorff W, Freytag GE (1942). Rückgratsverkrümmung beim kammolch (*Triturus cristatus* Laur.). *Zoologischer Anzeiger* 138:90–92
- Woodland W (1908) A curious instance of polymely in the common frog. *Zoologischer Anzeiger* 32:354–357
- Zaffaroni NP, Zavanella T, Arias E (1989) Spontaneous skeletal malformations of the forelimbs in the adult crested newt. *Herpetopathologia* 1:49–50
- Zaffaroni NP, N, Arias E, Zavanella T (1992) Natural variation in the limb skeletal pattern of the crested newt, *Triturus carnifex* (Amphibia: Salamandridae). *Journal of Morphology* 213:265–273
- Zaffaroni NP, Arias E, Lombardi S, Zavanella T (1996) Natural variation in the appendicular skeleton of *Triturus carnifex* (Amphibia: Salamandridae). *Journal of Morphology* 230:167–175
- Zavadil V (1989). Šestinoh á rosní'ka. *Živa* 37:81