

**UNIVERSITÉ DES SCIENCES AGRONOMIQUES ET MÉDICINE
VÉTÉRINAIRE DE BUCHAREST
FACULTÉ DE MÉDICINE VÉTÉRINAIRE DE BUCHAREST**

**RECHERCHES CONCERNANT LA
VASCULARISATION ET
L'INNERVATION DES MEMBRES A
L'AUTRUCHE
(*Struthio camelus*)**

DIRECTEUR DE THESE:

Professeur univ. Dr. Gabriel PREDOI

DOCTORANTE:

SURUGIU (DUMITRESCU) Florina

**BUCHAREST
2018**

RÉSUMÉ

Mots-clés : autruche, vascularisation, innervation, membres

L'anatomie (ana=par, tomein=couper), définie comme science fondamentale et base de la médecine de toute sorte, est apparue dans le passé éloigné comme une nécessité de la connaissance des organismes animaux et végétaux. L'anatomie de l'homme et celle des animaux ont contribué, le long du temps, à l'évolution de certaines disciplines précliniques et cliniques, telles que l'anatomo-pathologie, la sémiologie et surtout la chirurgie.

Puisque pendant les dernières trois décennies la population mondiale a considérablement augmenté, on a assisté, parallèlement à ce développement démographique, à une augmentation de la consommation et de la nécessité de l'existence des sources de nourriture. De cette manière, on a apprivoisé de nouvelles espèces d'animaux pour la consommation de la viande, mais aussi dans des buts ornementaux ou même sportifs. Parmi les espèces récemment apprivoisées, on compte l'autruche africaine, espèce dont la morphologie n'est pas encore complètement connue. C'est l'une des raisons pour lesquelles, on a entrepris dans le présent ouvrage une étude détaillée de la vascularisation et de l'innervation des membres à cette espèce qui présente de nombreuses différences anatomiques en comparaison avec les autres oiseaux.

L'ouvrage est structuré conformément aux standards imposés, comprenant une première partie qui inclut l'étude bibliographique, ayant un nombre de 40 pages et une autre partie de recherches personnelles, formée de 171 pages contenant 77 photographies originales.

La I^{ère} Partie de l'ouvrage, intitulée « **L'étude biographique** », inclut trois chapitres.

Le I^{er} chapitre est intitulé « **L'origine des autruches, aspects fondamentaux concernant l'anatomie et la physiologie des ratites** ». Ce chapitre comprend, en premier lieu, quelques données concernant les ancêtres de cette espèce, dont la morphologie a été reconstituée d'après des os et les fragments des os, tout comme d'après des œufs fossilisés. Ensuite on passe en revue les particularités anatomiques de l'espèce

Struthio camelus, la plus répandue des deux espèces du genre *Struthio* existant à présent. Le crâne réduit en comparaison avec la taille, le manque de la carène sternale, la diminution en dimensions des os de l'aile, le développement exagéré des os du membre pelvien et la réduction du nombre des doigts sont les éléments définitoires du squelette. Le poids, la taille et le rythme de grandissement à l'autruche sont nettement supérieurs à tout autre ordre. On présente les caractères morphologiques intéressants, spécifiques aux appareils digestif, respiratoire et uro-génital, parmi lesquels on peut mentionner : la langue de l'autruche est arrondie à la pointe et forme sur le côté dorsal une sorte de récessus, l'ingluvie est absente à toutes les ratites, les cæcums sont énormes, le côlon est extrêmement long, le foie manque de vésicule biliaire et l'organe copulatoire au mâle, dénommé *phallus*, est très développé à cette espèce, en mesurant 20 cm en repos et jusqu'à 40 cm en érection. En même temps, le phallus est seulement organe copulatoire et non pas organe urinaire, comme on le rencontre à la plupart des espèces.

Finalement, on décrit brièvement l'évolution phylogénétique de l'ordre.

Le II^e chapitre, intitulé « **L'évolution des membres dans la série des vertébrés tétrapodes** », porte, comme premier sujet, sur la structure générale du squelette des membres à ceux-ci, en mettant en évidence leur évolution en corrélation avec la position sur l'échelle phylogénétique, mais aussi avec la fonction qu'ils accomplissent. Le chapitre comprend aussi un tableau concernant l'homologation de la nomenclature générale avec la terminologie utilisée dans l'anatomie de l'homme.

Ensuite, on présente le développement des membres de point de vue phylogénétique, à partir des amphibiens jusqu'au mammifères. Au cas des amphibiens, les urodèles ont les membres très près du type fondamental, tandis que les anoures, de point de vue phylogénétique plus avancés, présentent d'habitude une adaptation typique à la locomotion par des sauts, qui a fortement influencé la structure du membre postérieur. Au cas des reptiles, ceux-ci ont conquis, tout comme les mammifères un peu plus tard, tant l'environnement marin (les ichtyosaures, les plésiosaures, les mosasaures) que celui aérien (les ptérosaures), auprès de l'environnement terrestre. Voilà pourquoi les membres de cette classe, si l'on prend en considération les groupes éteints, présentent des adaptations parallèles à celles des mammifères. La structure du membre antérieur des oiseaux est profondément modifiée en liaison avec l'adaptation au vol. Aux ratites en

général, le squelette de l'autopode présente une tendance encore plus grande à la régression, résultat de l'incapacité de vol. Finalement, on décrit les particularités des membres aux mammifères, en corrélation avec les adaptations fonctionnelles de ceux-ci.

Le III^e chapitre est intitulé « **Aspects concernant le développement ontogénétique des vaisseaux sanguins et des nerfs spinaux** ».

En ce qui concerne le système artériel, on met l'accent sur les différences de développement des arcs aortiques à certaines espèces d'animaux domestiques et à l'homme. On explique la manière de formation des artères majeures de l'organisme de ces arcs aortiques. En même temps, dans ce chapitre on décrit le mécanisme qui mène à l'établissement définitif du trajet, tout à fait particulier, des nerfs laryngiens caudaux. Le système veineux se développe sous l'influence des facteurs de grandissement d'une manière similaire au système artériel. Dans les étapes embryonnaires précoces se forment trois paires de veines : vitellines, ombilicales et cardinales.

L'évolution de chaque paire est décrite en détail.

En ce qui concerne le système nerveux, on a mis l'accent sur le développement des nerfs spinaux. On décrit les processus par lesquels les neuroblastes de la plaque basale se différencient durant l'évolution, en développant des processus cytoplasmiques et devenant des neurones moteurs, tout comme les processus par lesquels les composants sensitifs des nerfs spinaux se différencient des neuroblastes dans les ganglions des racines dorsales. On inclut un schéma complexe qui présente une section transversale par la moelle, en rendant plus facile la compréhension de la structure et de la distribution de ces nerfs.

La II^e Partie, « Recherches personnelles », présente largement dans **le IV^e chapitre, le but et les objectifs des recherches.**

Le V^e chapitre est intitulé « **Matériels et méthodes** ». Il contient des informations sur le matériel biologique et sur l'instrumentaire utilisé et on y décrit en détail les méthodes de travail, appliquées en fonction du but suivi (la préparation des os, l'identification des muscles, l'injection avec du matériel plastique contrastant des vaisseaux, etc.)

Le VI^e chapitre dénommé « **Résultats et discussions** » est à son tour sous-divisé en quatre sous-chapitres, chacun d'entre eux finissant par une série de conclusions partielles qui serviront à la présentation des conclusions finales.

Le I^{er} sous-chapitre décrit **la base anatomique des membres** à l'espèce *Struthio camelus*. On présente les particularités anatomiques des os des membres, en mettant l'accent sur l'identification, la description et l'homologation, en corrélation avec la nomenclature anatomique internationale des principaux accidents de relief de celles-ci. On a mis en évidence certains aspects que l'on ne rencontre pas à d'autres espèces, comme l'absence de la clavicule et la soudure de la scapula avec le coracoïde. Le stylopode est représenté par un humérus fin, mince, long, tous ces attributs étant corrélés avec le faible développement de la musculature à laquelle il offre support. Les os du zeugopode - le radius et l'ulna - ont de petites dimensions par rapport à la taille de l'oiseau. Malgré tout cela, ils sont bien consolidés, de même que le segment autopodal.

La base anatomique du membre pelvien (inférieur) compense par le développement celle du membre thoracique. Excepté le fait que c'est la seule espèce d'oiseaux à laquelle le coxal, par l'os pubis, tende à réaliser une véritable symphysis, les os des autres régions anatomiques sont extrêmement forts, structuralement modelés et fonctionnellement adaptés pour soutenir le plus massif oiseau qui ne peut pas voler existant à présent sur la Terre.

Le II^e sous-chapitre aborde des aspects liés à **la myologie des segments appendiculaires** à l'autruche africaine. Comme il est normal, la musculature de l'aile est réduite. D'abord, les forts muscles pectoraux des espèces volantes, sont représentés par un seul muscle de ce genre. Bien que l'on n'ait pas observé une réduction numérique des muscles du bras, la plupart sont des muscles longs, avec une superficie de section transversale réduite, incapables de réaliser une force de traction considérable. La musculature de l'autopode est relativement bien représentée. La réduction des muscles de liaison et le développement relatif de la musculature vers l'extrémité distale de l'aile sont corrélés avec l'incapacité de vol, respectivement avec l'action de certains muscles impliqués dans les mouvements des ailes effectués dans des rituels comportementaux, comme les danses nuptiales. Les muscles du membre pelvien sont, à coup sûr, parmi les plus forts muscles propulseurs de la série des vertébrés. Excepté le rôle déjà mentionné,

ceux-ci assurent aussi la liaison du membre pelvien avec le tronc par l'intermédiaire de la ceinture, mais en même temps le soutien de l'animal bipède ayant le plus grand poids corporels de ceux connus à présent. Les tendons de ces muscles, dans la région distale du membre, se comporte, en général, comme ceux des équidés, ayant une série de caractéristiques qui correspondent de point de vue morpho-fonctionnel avec l'appareil passif de ces mammifères.

Le III^e sous-chapitre traite les plus importants aspects concernant **la vascularisation et l'innervation du membre thoracique à l'espèce *Struthio camelus***. La description des vaisseaux et des nerfs est extrêmement détaillée, le texte étant accompagné par un nombre de 12 photos originales, de sorte qu'il est extrêmement facile à la parcourir et à la comprendre. Certaines des plus importantes particularités sont présentées ci-dessous.

En ce qui concerne la vascularisation artérielle, on a identifié et disséqué le vaisseau principal qui desservit le membre thoracique – l'artère axillaire et, par conséquent, les artères brachiale et brachiale profonde. D'entre celles-ci, l'artère brachiale est la plus volumineuse et la plus longue, disposée parallèlement à tout le côté caudo-médial de l'humérus. C'est le vaisseau le plus facile à aborder et à accéder lorsque la pratique l'impose. En ce qui concerne le système veineux, les veines les plus importantes de l'aile sont la veine radiaire et la veine ulnaire. Elles constitueront les racines de la veine brachiale. Pourtant, la veine la plus importante, qui puisse être abordée en vue de la collecte de sang ou des administrations intraveineuses, est la veine basilique. Au niveau du bras, la veine basilique est placée à distance de l'humérus dans la moitié distale de la région, ensuite elle vient en contact intime avec le côté crânien-ventral de l'humérus.

L'innervation de l'aile est assurée par des nerfs ayant l'origine dans le plexus brachial. Celui-ci présente un faisceau dorsal et en faisceau ventral. Le faisceau dorsal finit par les nerfs axillaire et radial. Le faisceau ventral du plexus brachial finit par les nerfs cutané brachial ventral, bicipital et médio-ulnaire. Dans ce sous-chapitre on a décrit, en première, les trajets des nerfs cutanés, de sorte que ceux qui s'y intéressent peuvent intervenir efficacement au cas de la réalisation des anesthésies dans le but expérimental ou thérapeutique. Un autre aspect important est constitué par le fait que, dans 20% des

cas, du faisceau ventral se sépare un nerf indépendant et bien représenté, qui émet des branches pour la peau du côté médial du bras et des branches qui se perdent sous le périoste du côté médial de l'humérus. Cette branche non-mentionnée dans la littérature de spécialité peut être considérée, par la topographie et par la distribution, un véritable nerf cutané brachial médial.

Le dernier sous-chapitre est intitulé **Recherches concernant la vascularisation et l'innervation du membre pelvien à l'espèce *Struthio camelus***. Il contient un nombre de 30 photos originales. On a observé que la vascularisation artérielle du membre pelvien à l'autruche est réalisée par les branches terminales et collatérales de l'artère iliaque externe et de l'artère ischiatique. En ce qui concerne la distribution de l'artère iliaque externe, le premier aspect important a été saisi au cas des terminaux de l'artère coxale crânienne, à son tour, collatérale à l'artère fémorale. Dans le cas de ces terminaux (des branches ascendantes et descendantes), on a identifié des variantes individuelles. De cette manière, dans 40% des cas, la branche ascendante est très faiblement représentée et elle est remplacée, dans ce cas, par une branche développée, détachée à environ 1 cm ventralement de l'artère coxale crânienne, comme une collatérale directe de l'artère fémorale. L'artère ischiatique, a « offert », elle aussi, une série de nouveaux aspects. Un exemple est constitué par la distribution de l'artère coxale caudale, sa première collatérale, les variantes découvertes étant largement décrites dans ce sous-chapitre. La terminale principale de l'artère ischiatique, l'artère poplitée émet : l'artère tibiale crânienne et l'artère tibiale caudale. Comparativement aux données de la littérature, on a observé des différences de distribution de deux branches de l'artère tibiale crânienne. Dans la proximité du tarso-métatarse, l'artère tibiale crânienne se continue comme artère métatarsienne dorsale commune, qui émet les artères tarsiennes plantaires latérale et médiale. L'artère métatarsienne dorsale commune se continue comme la plus importante artère de la région tarso-métatarsienne sur le côté dorsal du tarso-métatarse, accompagnant le tendon de l'extenseur digital commun, en finissant par les artères digitales propres III et IV. En première, on a décrit une série d'anastomoses artérielles réalisées dans la région de l'articulation tarso-métatarsienne.

En général, les veines sont les satellites des artères. Pourtant, par leur dissection détaillée, on a observé aussi des différences. Comme exemple, on rappelle la veine tibiale

crânienne, qui n'a pas le trajet par l'espace interosseux distal tibio-fibulaire, mais qui monte vers la marge crânio-latérale de la fibula, jusqu'au tiers supérieur de la jambe, où elle se recourbe en sens caudal, pour fusionner finalement avec la veine tibiale caudale, donnant naissance à la veine poplitée.

L'innervation de membre pelvien est assurée par des nerfs ayant l'origine dans le plexus lombaire et dans le plexus sacral. Le plexus lombaire résulte de l'entrelacement des branches ventrales des nerfs spinaux sin-sacraux II, III, IV et V, ce dernier participant aussi avec une branche fine à la formation du plexus sacral. Les trois nerfs du plexus lombaire sont : le nerf coxal crânien, le nerf fémoral et le nerf obturateur. Le plexus sacral à l'autruche se forme des branches ventrales des nerfs spinaux sin-sacraux V-XI. Les premières cinq racines forment le tronc crânien du plexus et les dernières deux racines forment le tronc caudal. Du plexus sacral crânien se détachent quatre nerfs : le nerf ilio-tibial, le nerf ischio-fémoral, le nerf ischiatique et le nerf ilio-fibulaire.

On passe en revue quelques-unes des variantes individuelles qui ne sont pas mentionnées dans la littérature.

Fréquemment (30% des cas), on a constaté que le nerf coxal crânien se présente sous la forme de deux branches distinctes, la branche ventrale (celle inconstante) étant en grande partie sensitive ; il se distribue à la peau qui couvre le muscle ilio-tibial crânien, renforçant ainsi le nerf cutané fémoral crânien.

Le nerf sural médial issu du nerf tibial finit par deux branches : la branche latérale et la branche médiale. Dans la majorité des cas, la branche latérale aborde le muscle *flexus hallucis longus*, de façon unitaire. L'étude a démontré qu'il existe un pourcentage de 20% des cas, quand le nerf se divise avec précocité, abordant les extrémités du muscle par les branches ainsi formées. Le sous-chapitre inclut aussi d'autres variantes et aspects inédits, mentionnant toujours, au cas des nerfs sensitifs, les points d'élection en vue de l'anesthésie. Cela permet l'effectuation de certaines interventions lorsque celles-ci s'imposent, en utilisant l'anesthésie locale.

L'étude finit par un chapitre qui inclut un nombre de 16 conclusions.