

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.1>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОРФОМЕТРИИ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ВНУТРИПОРОДНЫХ ТИПОВ В ЧИСТОКРОВНОЙ АРАБСКОЙ И ТЯЖЕЛОВОЗНЫХ ПОРОДАХ ЛОШАДЕЙ

Научная статья

Шемарыкин А.Е.^{1,*}, Борисова А.В.², Дацьшин А.А.³, Королева Г.В.⁴

¹ ORCID : 0000-0003-2972-2923;

² ORCID : 0000-0003-0034-8747;

³ ORCID : 0000-0001-5322-468X;

⁴ ORCID : 0009-0005-1904-6062;

^{1, 2, 3, 4} Всероссийский научно-исследовательский институт коневодства, Рязань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (shurik108416[at]gmail.com)

Аннотация

Метод геометрической морфометрии это инновационный подход, основанный на сравнении объектов по их форме без учета различий в размерах, представляет несомненный интерес для исследований, направленных на изучение особенностей телосложения лошадей различных внутрипородных и заводских типов. В статье приведены результаты апробации применения метода геометрической морфометрии для дифференциации внутрипородных типов лошадей чистокровной арабской и тяжеловозных пород лошадей. Выявлено, что геометрическая морфометрия в рамках теоретического подхода может быть использована как дополнительный инструментарий к традиционным методам оценки фенотипических особенностей лошадей различных внутрипородных типов.

Ключевые слова: лошадь, морфометрия, внутрипородный тип, заводской тип.

USE OF GEOMETRIC MORPHOMETRY METHOD FOR DIFFERENTIATION OF INBRED TYPES IN PUREBRED ARABIAN AND HEAVY HORSE BREEDS

Research article

Shemarikin A.Y.^{1,*}, Borisova A.V.², Datsishin A.A.³, Koroleva G.V.⁴

¹ ORCID : 0000-0003-2972-2923;

² ORCID : 0000-0003-0034-8747;

³ ORCID : 0000-0001-5322-468X;

⁴ ORCID : 0009-0005-1904-6062;

^{1, 2, 3, 4} All-Russian Scientific Research Institute of Horse Breeding, Ryazan, Russian Federation

* Corresponding author (shurik108416[at]gmail.com)

Abstract

The method of geometric morphometry is an innovative approach based on the comparison of objects by their shape without taking into account differences in size, is of undoubted interest for studies aimed at researching the features of the physique of horses of different inbred and breed types. The article presents the results of approbation of application of the method of geometrical morphometry for differentiation of inbred types of purebred Arabian and heavy-carriage horse breeds. It is found that geometric morphometry within the framework of theoretical approach can be used as an additional toolkit to traditional methods of evaluation of phenotypic features of horses of different inbred types.

Keywords: horse, morphometry, inbred type, breed type.

Введение

Новый количественный метод геометрической морфометрии, основанный на сравнении объектов по их форме без учета различий в размерах представляет несомненный интерес для исследований, направленных на изучение особенностей телосложения лошадей различных внутрипородных и заводских типов.

Оценка выраженности типа и правильности экстерьера является необходимым селекционным мероприятием. При этом, отсутствуют четкие критерии оценки таких параметров, как выраженность типа породы или внутрипородного типа. Эти признаки оцениваются визуально, окончательное решение основывается на суждениях эксперта. Подобная система оценки несет большую долю субъективности, качество ее проведения зависит от профессионализма специалиста, знаний особенностей породы и предъявляемых к ней требований. Поэтому нужны новые методы оценки фенотипических характеристик животных [3], [6], [7], [9].

Геометрическая морфометрия – новый подход к сравнению объектов по их форме, без учета различий в размерах. Этот метод нашел применение для фенотипической оценки экстерьера лошади на основе фотографии. Современные исследования, направленные на разработку методов морфометрической оценки, позволяют перейти на цифровой инструментарий управления селекционным процессом. Что позволит автоматизировать исследования в области экстерьерной оценки лошадей, создать систему анализа и обработки фотографий для выявления экстерьерных особенностей при изучении вопроса дифференциации внутрипородных типов [1], [2], [5], [8].

Цель исследований состоит в выявлении визуальных различий между представителями разных внутривидовых (заводских) типов у лошадей чистокровной арабской и тяжеловозных пород, с использованием метода геометрической морфометрии.

В отечественной практике коневодства исследования, направленные на использование метода геометрической морфометрии для решения селекционных задач, проводятся впервые.

Методы и принципы исследования

Объектом исследования послужили цифровые изображения представителей различных внутривидовых типов у лошадей арабской чистокровной и тяжеловозных пород (владимирская, советская тяжеловозная, русская тяжеловозная). Всего в обработку вошли 223 фотографии жеребцов и кобыл указанных пород.

В программе TPSdig2 наносилось 72 метки (рисунок 1)

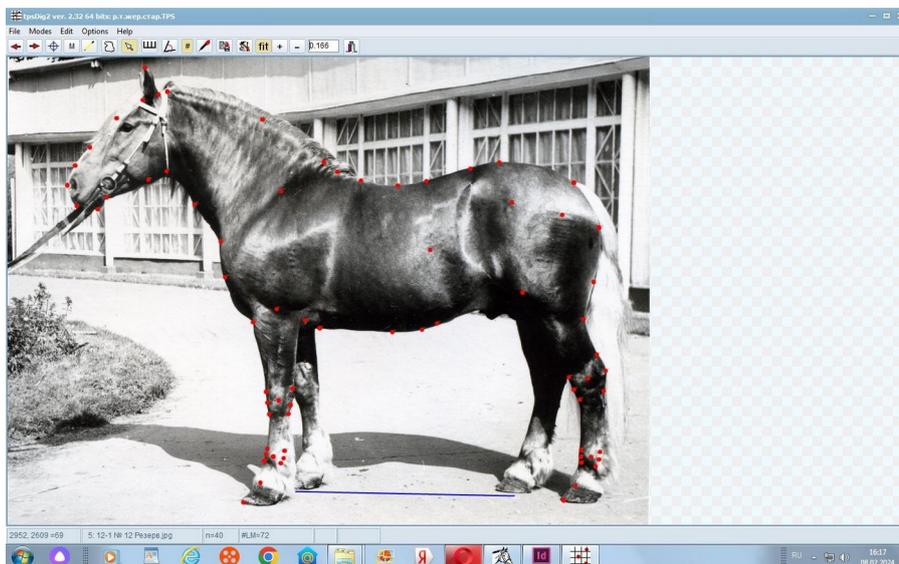


Рисунок 1 - Разметка фотографии метками и полу-метками на примере лошади владимирской породы
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.1.1>

на части тела лошади, которые характеризуют основные отличительные экстерьерные особенности внутривидовых (заводских) типов. Были сформированы две группы лошадей тяжеловозных пород и две группы лошадей арабской чистокровной породы. Группы формировались по годам рождения. По тяжеловозным породам – лошади, рожденные до 1990 г. и лошади современного племенного состава. Чистокровной арабской – лошади победители приза «Дерби» на ипподромах с 1946 по 1990 и с 1991 по 2022. Также эти группы были поделены по полу. В обработку было взято 84 фотографии лошадей арабской чистокровной породы и 139 фотографий лошадей тяжеловозных пород, разного временного периода. Фотографии были выровнены по первой фотографии и произведены Прокрустовы преобразования, благодаря чему избавились от разной размерности. Были уточнены расположение меток в прокрустовой системе координат. Далее рассчитали матрицу ковариаций, затем провели анализ методом главных компонент (PCA). Дальнейшее исследование проводили методом Канонического вариационного анализа (CVA) [4], [10].

На изображения лошадей в графическом редакторе GIMP (свободное программное обеспечение) были нанесены точки-ориентиры, каждой из которых была присвоена буква латинского алфавита. По фотоснимкам в программе ImageJ (свободное программное обеспечение) были измерены длины вектором между точками-ориентирами (пиксели) и углы (градусы). По данным измерений рассчитывали отношения отдельных промеров между собой.

Основные результаты

На первом этапе исследований после прокрустова выравнивания и созданию ковариационной матрицы «Generate Covariance Matrix» обрисовывалась усредненная конфигурация меток, разброс координат каждой особи вокруг них.

Следующий этап исследований выполнялся при помощи дискриминантной функции для поиска различий между группами. Выяснилось, что достоверных различий между группами нет. Анализ главных компонент (PCA) показал, что первые три компонента покрывают почти 80% изменчивости. Особенности изменения формы в зависимости от внутривидового вида не выявлено.

После исследования методом Канонического вариационного анализа (CVA) в советской тяжеловозной породе изменение формы вдоль оси CV1 показал, что наибольшие изменения наблюдаются в точках 21 и 46 (коленный сустав и плечо – лопаточное сочленение).

Изменение формы вдоль оси CV2 показало, что выявлено влияние второй канонической переменной на высоту тела и длину задней части.

В арабской чистокровной породе методом канонических переменных «CVA» удалось выделить в отдельный кластер лошадей типа хадбан. Выявлено отличие в размерах головы от усредненной модели, а также у усредненных моделей в других трех группах, также есть явное отличие в строении линии верха, крупа и бедра.

Изучение разницы между средними формами у особей мужского пола и женского у исследуемых внутривидовых пород показало, что половые различия у лошадей разных типов выражены достаточно четко, наиболее ярко это видно на примере перевозского типа советской тяжеловозной породы. Наиболее выражены отличия в строении головы, шеи, живота. Кобылы более «утробистые», с аккуратной головой. Голова у жеребцов грубее и больше, шея толще с ярко выраженным гребнем, лопатка у жеребцов более косая, в отличие от кобыл.

На заключительном этапе, после расчета матрицы ковариаций и проведения анализ методом главных компонент (РСА) не удалось выявить значимых различий между группами в исследуемых породах.

Канонический вариационный анализ (СВА) по прокрустовым координатам позволил определить степень различий рассматриваемых типов по форме. У лошадей тяжеловозных пород основные различия пришлись на первую каноническую вариацию (CV1, описывает 61,5% изменчивости). В арабской чистокровной породе (рисунок 2)

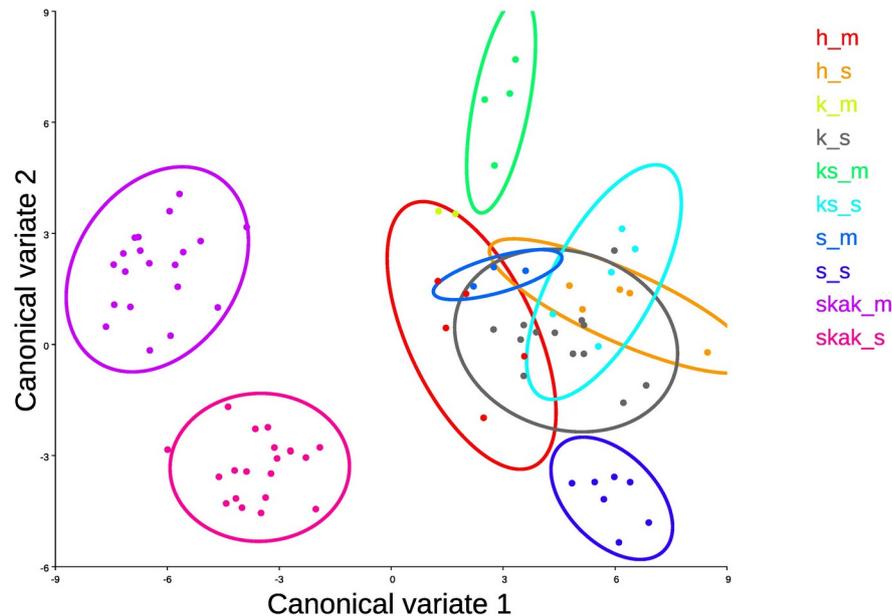


Рисунок 2 - Анализ методом канонических переменных (CVA), лошади чистокровной арабской породы
DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.1.2>

Основные различия пришлись на первые три переменные, покрывая почти 74% изменчивости. На графических изображениях видны явные различия между лошадьми, испытанными в период до 1990 года и лошадьми, испытанными в период 1991-2022 годов.

После расчета в программе Image J по определенным точкам, соотношения отдельных промеров между собой, больших отличий между двумя разными группами у лошадей тяжеловозных пород не было выявлено. Незначительные отличия были зафиксированы в соотношении длины задних ног к длине передних, индексе перестроенности, у второй группы они чуть больше. Можно сделать вывод, что это связано с «богатой» мускулатурой крупа у лошадей второго типа (рожденных до 1990 г.). Это подтверждает визуальные отличия у лошадей русской тяжеловозной породы, рожденных до 1990 г.

Заключение

1. Выяснилось, что для расстановки полу-меток лучше использовать автоматическую расстановку вдоль кривой, описывающей силуэт животного.
2. Не удалось выявить отчетливых различий формы между группами вдоль осей первых трех главных компонент.
3. Анализом дискриминантной функции значимых отличий внутривидовых типов по форме тела выявить не удалось.
4. Изучение разницы между средними формами у особей мужского и женского пола показало, что половые различия у лошадей разных типов выражены достаточно четко.
5. Прокрустовые преобразования, расчет матрицы ковариаций, и анализ методом главных компонент (РСА) значимых различий между группами не показал. Исходя из того, можно констатировать, что данный метод не подходит для фиксации отличий между типами лошадей, которые явно фиксируются визуально.
6. Канонический вариационный анализ (CVA) по прокрустовым координатам позволил определить степень различий рассматриваемых типов по форме. Основные различия пришлись на первую каноническую вариацию в русской тяжеловозной породе CV1, описывает 61,5% изменчивости. В арабской чистокровной породе основные различия пришлись на первые три переменные, покрывая почти 74 % изменчивости.
7. В программе Image J соотношения отдельных промеров между собой больших отличий между двумя разными группами у лошадей русской тяжеловозной не показал. Незначительные отличия были зафиксированы в соотношении длины задних ног к длине передних и индексе перестроенности, у второй группы (лошади, рожденные до 1990 года)

аналогичные показатели были выше. Это подтверждает визуальные отличия у лошадей русской тяжеловозной породы разных периодов рождения.

8. Геометрическая морфометрия в рамках теоретического подхода может быть использована как дополнительный инструмент к традиционным методам оценки фенотипических особенностей лошадей различных внутривидовых типов.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.1.3>

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.46.1.3>

Список литературы / References

1. Васильев А.Г. Геометрическая морфометрия: от теории к практике / А. Г. Васильев, И.А. Васильева, А.О. Шкурихин. — Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2018. — 471 с.
2. Павлинов И.Я. Принципы и методы геометрической морфометрии / И. Я. Павлинов, Н.Г. Микешина // Журнал общей биологии. — 2002. — Т. 63. — № 6. — С. 473-493.
3. Bär K. Evaluation of a Novel System for Linear Conformation Gait, and Personality Trait Scoring and Automatic Kinking of Horses at Breed Shows: a pilot study in American Quarter Horses / K. Bär, P. Bosch, M. Rensing [et al.] // J. Equine Veterinary Science. — 78. — 2019. — P. 53-59.
4. Bookstein F.L. Morphometric Tools for Landmark Data Geometry and Biology / F.L. Bookstein. — Cambridge University Press, 2003.
5. Druml T. Association of Body Shape with Amount of Arabian Genetic Contribution in the Lipizzan Horse / T. Druml, M. Horna, G. Grilz-Seger [et al.] // Arch. Anim. Breed. — 2018. — Vol 61. — P. 79–85.
6. Holmström M. Variation in Conformation of Swedish Warmblood Horses and Conformational Characteristics of Elite Sport Horses / M. Holmström, L. Magnusson, E. Phillipsson // Equine Vet. — Vol. 22. — P. 186-193.
7. Sadek M.H. Factor Analysis of Body Measurements in Arabian Horses / M.H. Sadek, A.Z. Al-Aboud, A.A. Ashmawy // J. Anim. Breed Genet. — 2006. — No. 123. — p. 369-377
8. Takaendengana B.J. Morphometric Characterization of Minahasa Horse for Breeding and Conservation Purposes / B.J. Takaendengana, R.Noorc, R. & S.Adiania // Media Peternakan. — 2011 Agustus. — P. 99-104
9. Zechner P. Morphological Description of the Lipizzian Horse Population / P. Zechner, F. Zohman, J. Solkner [et al.] // Livestock Production Science. — 2001. — Vol. 69. — No. 2. — P. 163-177.
10. Канонический анализ как метод исследования межгрупповой вариации. — URL: <https://helpiks.org/7-2422.html> (дата обращения: 26.02.2024)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Vasil'ev A.G. Geometricheskaja morfometrija: ot teorii k praktike [Geometric Morphometry: from Theory to Practice] / A.G. Vasil'ev, I.A. Vasil'eva, A.O. Shkurikhin. — Moscow : KMK Scientific Press Ltd, 2018. — 471 p. [in Russian]
2. Pavlinov I.Ja. Printsipy I metody geometricheskoj morfometrii [Principles and Methods of Geometric Morphometry] / I.Ja. Pavlinov, N.G. Mikeshina // Zhurnal obshchei biologii [Journal of General Biology]. — 2002. — Vol. 63. — No. 6. — P. 473 – 493. [in Russian]
3. Bär K. Evaluation of a Novel System for Linear Conformation Gait, and Personality Trait Scoring and Automatic Kinking of Horses at Breed Shows: a pilot study in American Quarter Horses / K. Bär, P. Bosch, M. Rensing [et al.] // J. Equine Veterinary Science. — 78. — 2019. — P. 53-59.
4. Bookstein F.L. Morphometric Tools for Landmark Data Geometry and Biology / F.L. Bookstein. — Cambridge University Press, 2003.
5. Druml T. Association of Body Shape with Amount of Arabian Genetic Contribution in the Lipizzan Horse / T. Druml, M. Horna, G. Grilz-Seger [et al.] // Arch. Anim. Breed. — 2018. — Vol 61. — P. 79–85.
6. Holmström M. Variation in Conformation of Swedish Warmblood Horses and Conformational Characteristics of Elite Sport Horses / M. Holmström, L. Magnusson, E. Phillipsson // Equine Vet. — Vol. 22. — P. 186-193.
7. Sadek M.H. Factor Analysis of Body Measurements in Arabian Horses / M.H. Sadek, A.Z. Al-Aboud, A.A. Ashmawy // J. Anim. Breed Genet. — 2006. — No. 123. — p. 369-377
8. Takaendengana B.J. Morphometric Characterization of Minahasa Horse for Breeding and Conservation Purposes / B.J. Takaendengana, R.Noorc, R. & S.Adiania // Media Peternakan. — 2011 Agustus. — P. 99-104
9. Zechner P. Morphological Description of the Lipizzian Horse Population / P. Zechner, F. Zohman, J. Solkner [et al.] // Livestock Production Science. — 2001. — Vol. 69. — No. 2. — P. 163-177.
10. Kanonicheskij analiz kak metod issledovaniya mezhgruppovoj variacii [Canonical analysis as a method for studying intergroup variation]. — URL: <https://helpiks.org/7-2422.html> (accessed: 26.02.2024) [in Russian]