

DOI 10.29254/2077-4214-2021-1-159-171-173

УДК 616.711-071

Гринь В. Г., Шерстюк О. О., Свінцицька Н. Л., Федорченко І. Л.

ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБУ МОДЕЛЮВАННЯ АТЛАНТА (С) ЛЮДИНИ

ЗА ДОПОМОГОЮ 3D СКУЛЬПТІНГУ

Українська медична стоматологічна академія (м. Полтава)

vogrin034@gmail.com

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота є фрагментом НДР кафедри анатомії людини: «Вікові аспекти структурної організації органів імунної системи, залоз шлунково-кишкового тракту і сечостатевої системи людини в нормі і патології», № державної реєстрації 0116U004192.

Вступ. Завданням виховного і освітнього процесів є розкриття потенціалу і можливостей самореалізації кожного студента, як майбутнього фахівця в системі охорони здоров'я. Застосування сучасних навчальних анатомічних препаратів є невід'ємною частиною лекційних, семінарських та практичних занять. У зв'язку з дефіцитом натуральних анатомічних препаратів для студентів Вищих медичних установ при вивченні дисципліни «Анатомія людини», щороку потрібно їх нове надходження для забезпечення педагогічного процесу через підвищене зношення і втрату належної якості [1-5]. Проте в зв'язку з новими законами з біоетики, отримання натуральних людських препаратів максимально обмежено [6].

По мірі розв'язку технології адитивного виробництва, збільшуються їх сфери застосування і доступність. Незважаючи на те, що швидко створення прототипів завжди виходило на передній план, кінцевою метою була можливість застосування 3D-друку в промисловості. Тому використання 3D моделей стало зручним способом заміщення натуральних препаратів людини [7-12]. Патентовані комп'ютерні розробки (моделі) для 3D друку оцінюються дорого. Тому нами зроблена спроба отримання таких 3D моделей по натуральним зразкам для масового виготовлення.

Метою дослідження було розроблення способу моделювання першого хребця людини по натуральним зразкам для масового виготовлення і для забезпечення педагогічного процесу на кафедрі анатомії людини шляхом використання 3D-принтера «Flash Forgecreator» в програмі ZBrush з ABS пластика.

Об'єкт і методи дослідження. Поставлена задача вирішується шляхом створення способу моделювання атланта людини з ABS пластику за допомогою 3D-скульптінга в програмі ZBrush, що включає вивчення анатомічної будови натурального типового зразка першого шийного хребця, вимірювання розмірів всіх анатомічних структур хребця за допомогою штангенциркуля, створення 3D моделі в програмі ZBrush, друк на 3D-принтері «Flash Forgecreator» [13-18].

Результати дослідження та їх обговорення. З метою виготовлення моделі першого хребця з пластика методом 3D друку нами був досліджений натуральний типовий зразок з анатомічного музею кафедри «Анатомії людини» Української

медичної стоматологічної академії. Також в якості інформаційного та довідкового джерела був взятий атлас анатомії людини під редакцією Р. Д. Синельникова [19].

Для досягнення поставленої мети спочатку були зняті габаритні розміри з отриманого анатомічного препарату хребця людини, і в програмі ZBrush створили заготовку майбутньої моделі, яка нагадує сплюснуте по обидва боки кільце. Далі, проаналізувавши зразок атланта і його зображення в атласі, були намічені обов'язкові орієнтовні елементи хребця, який копіюється, а саме: Anterior tubercle; Facet for dens; Superior articular surface; Posterior arch; Posteriortubercle; Lateral mass; Groove for vertebral artery; Foramen transversarium; Transverse process; Anterior arch; Inferior articular surface.

Анатомічні назви представлені в англійській термінології. Більшість з цих елементів розташовувалися симетрично на хребці відносно центральної вісі, деякі (непарні елементи) – на ній.

Далі в програмі «ZBrush» заготовка була розрізана по вісі навпіл. Залишивши ліву половину, вище перераховані елементи були нанесені на заготовку.

Заготовку розмістили таким чином, щоб спроектувати «вид зверху» – майбутньої моделі першого хребця (С). За допомогою штангенциркуля були зняті розміри верхньої суглобової поверхні і бічної маси зі зразка і шляхом поступового витягування і вдавнення повторили їх на моделі в програмі «ZBrush». Після цього етапу роботи були проведені контрольні заміри елементів на зразку і на моделі в програмі, різниця не перевищувала 0,1 мм.

Потім розглянувши і провівши контрольні заміри за висотою, шириною і довжиною задню дугу, нанесли її половину на заготовку, так як інша її частина буде розміщуватися симетрично на іншій половині. З передньою дугою, переднім горбком, заднім горбком і поверхнею для зуба проведено аналогічні операції, що і з задньою дугою: розглянули, виміряли і нанесли половину на заготовку. Так само провівши контрольні заміри, різниця не перевищувала 0,1 мм.

Далі виміряли борозни хребтової артерії, сформували на заготовці необхідної форми і величини аналогічні елементи. Вимірявши всі анатомічні утворення поперечних відростків, було відтворено їх на заготовці разом з отворами поперечних відростків, попередньо вимірявши їх розміри.

На даному етапі робота над заготовкою «вид зверху» була закінчена. Після повороту заготовки на 180 градусів, її розмістили в положенні «вид знизу». Повторно було виміряно розміри елементів зі зразка, але з нижньої сторони, співставивши всі розміри,

перейшли до роботи над елементами, які розташовувалися під нижньою суглобовою поверхнею. Після зняття всіх необхідних розмірних параметрів зі зразка, була витягнута за контуром нижня суглобова поверхня на заготовці, а потім втиснена її центральна частина на необхідний рівень.

Отже, всі необхідні анатомічні структури були відтворені на заготовці. Потім були проведені контрольні вимірювання всіх основних частин, різниця не перевищувала 0,15 мм. Далі була скопійована перша частина заготовки, дзеркально відображаючи її відносно вісі розрізу і об'єднуючи до першої частини, створивши тим самим повністю симетричну модель першого хребця. Проте зразок не був симетричним на 100%, тому довелося додати прорізану асиметричність в модель, шляхом повороту елементів на 5-6 градусів, а також шляхом зміни їх розмірів на 3-5% і зміни лінії їх контурів.

Після доопрацювання моделі першого хребця було здійснене пробне її виготовлення наступними етапами: перший з них – 3D модель атланта була збережена в форматі «OBJ»; другий етап – 3D модель першого хребця в форматі «OBJ» за допомогою програми «Maker Wrege» підготували до виготовлення на 3D принтері, створивши G-code у файлі формату x3g; на останньому етапі підготовлений файл x3g зі G-code 3D моделлю записали на флеш-карту і відправили до друку на 3D принтері «Flash Forgecreator». Матеріалом для друку слугував – ABS пластик. Після закінчення 3D друку, надруковану модель звільнили від підтримуючих конструкцій.

Після виготовлення модель C_1 була ретельно досліджена, перевірені всі розміри і наявність всіх обов'язкових структурних елементів. З'ясувалося, що їх контури не мають достатньої «визначності». Причиною тому стала особливість 3D друку, при якій об'єкти менше 5 мм згладжуються на 10-20%. Внаслідок цього, нами була удосконалена 3D модель атланта шляхом витягування і заглиблення виступів і впадин всіх елементів на 15%. Повторно виготовлений атлант відповідав оригіналу.

Висновки. Таким чином, використання запропонованого способу дозволяє отримати модель атланта (C_1), який аналогічний натуральним розмірам та доступний для вивчення з різних сторін, отримуючи вичерпне уявлення про форму та розміри. Також можна чітко вивчити рельєф і геометрію структурних елементів – отворів та борозен, одержати наочне вичерпне уявлення про морфологічну та стереоскопічну будову атланта, не використовуючи натуральні препарати кісток людини. Наукова і практична цінність даного способу не викликає сумнівів, так як істотно полегшує підготовку й проведення педагогічного процесу, морфологічні дослідження, розширюючи можливість отримання більш інформативних і об'єктивних результатів.

Перспективи подальших досліджень. Надалі планується проведення детального розроблення способу моделювання клиноподібної кістки людини по натуральним зразкам для масового виготовлення і для забезпечення педагогічного процесу на кафедрі анатомії людини шляхом використання 3D-принтера.

Література

- Lavriv LP, Kashperuk-Karpyuk IS. Znachennya demonstratsiynykh makropreparativ yak elementa naochnosti v suchasnykh metodykakh vykladannya anatomiyi lyudyny. Visnyk problem biolohiyi i medytsyny. 2015; 2.1(118):91-4. [in Ukrainian].
- Tsyhykalo OV, Oliynyk IYU, Martenyak IV. Naochnist' u suchasnykh metodykakh vykladannya anatomiyi lyudyny. Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho universytetu. 2015;2(52):172-4. [in Ukrainian].
- Kostylenko YuP, Starchenko II, Pryluts'kyi OK, Hryn VH. Anatomiya lyudyny (kurs lektsiy): navch. posib. dlya studentiv stomatolohichnykh fakul'tetiv vyshchyykh medychnykh navchal'nykh zakladiv Ukrainy IV rivnya akredytatsiyi. Poltava; 2015. 188 s. [in Ukrainian].
- Deyneha TF, Svintsyts'ka NL, Rohulya VO, Hryn' VH. Napryamy vdoskonalennya pidhotovky maybutnikh likariv u suchasnykh umovakh na kafedri anatomiyi lyudyny. V: VDNZU «UMSA». Materialy Vseukr. nauk.-prakt. konf. z mizhnar. uchastyu. Osnovni napryamky udoskonalennya pidhotovky medychnykh kadriv u suchasnykh umovakh; 2015 Ber 26; Poltava. Polava: VDNZU «UMSA»; 2015, s.71-3 [in Ukrainian].
- Hryn VH, Bilash VP. Navchal'nyy naochnyy posibnyk dlya studentiv medychnykh fakul'tetiv zakladiv vyshchoyi osvity MOZ Ukrainy. Oporno-rukhoveryy aparat lyudyny. P.: FOP Myron IA; 2019. 144 s. [in Ukrainian].
- Zaporozhan VM, Aryayev ML. Bioetyka ta biobezpeka. K.: Zdorov'ya; 2013. 456 s. [in Ukrainian].
- Ye, Z., Dun, A., Jiang, H. et al. The role of 3D printed models in the teaching of human anatomy: a systematic review and meta-analysis. BMC Medical Education. 2020;20:335-9. doi.org/10.1186/s12909-020-02242-x
- Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. Biomedical Engineering Online. 2016;15:115-21. doi:10.1186/s12938-016-0236-4
- Cornwall J. The ethics of 3D printing copies of bodies donated for medical education and research: what is there to worry about? Australas Med J. 2016;9(1):8-11.
- Chen Y, Qian C, Shen R, et al. 3D Printing Technology Improves Medical Interns' Understanding of Anatomy of Gastrocolic Trunk. Journal of Surgical Education. 2020;77(5):1279-1284. DOI: 10.1016/j.jsurg.2020.02.031.
- Cai B, Kanagasuntheram R, Bay BH, Lee J, Yen C-C. The effects of a functional three-dimensional (3D) printed knee joint simulator in improving anatomical spatial knowledge. Anat Sci Educ. 2019;12(6):610-8.
- Silver A. Five innovative ways to use 3D printing in the laboratory. Nature. 2019;565(7737):123-4.
- Fedorovskaya NA, Rogova AV. Problemy i napravleniya izucheniya tsifrovoy skul'ptury. Kul'tura i iskusstvo. 2018;1:56-61. [in Russian].
- Bochkova YE, Il'chenko ID. Razrabotka i prodvizheniye IT-startap proyekta na primere servisa onlayn-kursov tsifrovoy komp'yuternoy grafiki eye. Digital Art School. Kontsept. 2016;17:8-19. [in Russian].
- Sherstyuk OO, Hryn VH, Svintsyts'ka NL; UMSA, Ukrmedpatentinform. Sposib modelyuvannya pershoho khrebttsya (atlant) lyudyny iz ABS plastyka za dopomohoyu ZD-skul'ptinhu u prohrami ZBrush. Informatsiynyy lyst pro novovvedennya v systemi okhorony zdorov'ya № 217-2019. 2019. [in Ukrainian]. Dostupno: http://elib.umsa.edu.ua/bitstream/umsa/11567/3/2019_sh_g_s_inform.pdf.
- Hryn VH, Sherstyuk OO, Svintsyts'ka NL, avtory; Derzhavna sluzhba intelektual'noyi vlasnosti Ukrainy. Sposib modelyuvannya pershoho khrebttsya (atlant) lyudyny iz ABS plastyka za dopomohoyu ZD-skul'ptinhu u prohrami Zbrush. Svidotstvo pro reyestratsiyu avtors'koho prava na tvir № 82827. 2018 Lyst 13. [in Ukrainian].
- Hryn VH, Sherstyuk OO, Kaydashev IP, Svintsyts'ka NL, Il'chenko I S, vynahidnyky; VDNZU «UMSA», patentovlasnyk. Sposib modelyuvannya pershoho khrebttsya (atlanta) lyudyny iz ABS plastyka za dopomohoyu 3D-skul'ptinhu u prohrami ZBRUSH. Patent Ukrainy na korysnu model' № 125459.2018 Traven' 10. [in Ukrainian].
- Hryn VH, Sherstyuk OO, Svintsyts'ka NL, Il'chenko IS. Sposib modelyuvannya pershoho khrebttsya (atlant) lyudyny iz ABS plastyka za dopomohoyu 3D-skul'ptinhu v prohrami ZBrush: Reyestr. № 400/6/19. Perelik naukovoyi (naukovo-tekhnichnoyi) produktsiyi, pryznachenoji dlya vprovadzheniya dosyahnen' medychnoyi nauky u sferu okhorony zdorov'ya. 2020;6:347-8.[in Ukrainian].
- Sinel'nikov RD, Sinel'nikov YaR. Atlas anatomii cheloveka: V 4-kh t.T.I.: Ucheniye o kostyakh, soyedinenii kostey i myshtsakh. M.: Meditsina. 1996. 343 s. [in Russian].

ВИКОРИСТАННЯ СПОСОБУ МОДЕЛЮВАННЯ АТЛАНТА (С) ЛЮДИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ 3D СКУЛЬПТИНГУ

Гринь В. Г., Шерстюк О. О., Свінцицька Н. Л., Федорченко І. Л.

Резюме. Завданням виховного і освітнього процесів є розкриття потенціалу і можливостей самореалізації кожного студента, як майбутнього фахівця в системі охорони здоров'я. Застосування сучасних наочних анатомічних препаратів є невід'ємною частиною лекційних, семінарських та практичних занять. У зв'язку з дефіцитом натуральних анатомічних препаратів для студентів Вищих медичних установ при вивченні дисципліни «Анатомія людини», щороку потрібно їх нове надходження для забезпечення педагогічного процесу через підвищене зношення і втрату належної якості. Проте в зв'язку з новими законами з біоетики, отримання натуральних людських препаратів максимально обмежено. Використання 3D моделей стало зручним способом заміщення натуральних препаратів людини. Патентовані комп'ютерні розробки (моделі) для 3D друку оцінюються дорого. Тому нами зроблена спроба отримання таких 3D моделей по натуральним зразкам для масового виготовлення.

Метою дослідження було розроблення способу моделювання першого хребця людини по натуральним зразкам для масового виготовлення і для забезпечення педагогічного процесу на кафедрі анатомії людини шляхом використання 3D-принтера «Flash Forgecreator» в програмі ZBrush з ABS пластика. Поставлена задача вирішується шляхом створення способу моделювання першого хребця (атланта) людини з ABS пластику за допомогою 3D-скульптинга в програмі ZBrush, що включає вивчення анатомічної будови натурального типового зразка першого шийного хребця, вимірювання розмірів всіх анатомічних структур хребця за допомогою штангенциркуля (ГОСТ 166-89; свідоцтво № 1188/0315), створення 3D моделі в програмі ZBrush, друк на 3D-принтері «Flash Forgecreator».

Використання запропонованого способу дозволяє отримати модель першого шийного хребця (атланта), який відповідає натуральним розмірам та який можна вивчати з різних боків, отримуючи вичерпне уявлення про форму та розміри, а також дозволяє чітко вивчити рельєф і геометрію отворів та борозен, одержати наочне уявлення про морфологічну будову першого хребця не використовуючи натуральні кісткові препарати.

Запропонований спосіб має наукову і прикладну цінність, так як істотно полегшує завдання підготовки і проведення педагогічного процесу та морфологічних досліджень, розширюючи можливості отримання більш інформативних і об'єктивних результатів.

Ключові слова: перший хребець людини (атлант), 3D-скульптинг, анатомічна модель, педагогічний процес, анатомія людини.

USING THE METHOD OF MODELING AN ATLAS (C) HUMAN 3D SCULPTING

Hryn V. H., Sherstyuk O. O., Svintsytska N. L., Fedorchenko I. I.

Abstract. Due to the shortage of natural anatomical preparations for students of higher medical institutions in the study of the discipline "Human Anatomy", every year they need a new income to ensure the pedagogical process due to increased wear and loss of proper quality. However, since 2004, due to new laws on bioethics, the production of natural human drugs has been limited as much as possible. Therefore, the use of 3D models has become a convenient way to replace natural human preparation. Patented computer developments (models) for 3D printing are expensive. Therefore, we made an attempt to obtain such 3D models on natural samples for mass production.

The aim of the study was to develop a method for modeling the first human vertebra using natural samples for mass production and to ensure the pedagogical process at the Department of Human Anatomy by using a Flash Forgecreator 3D printer in the ZBrush program with ABS plastic.

Object and methods of research. The problem is solved by creating a method for modeling the first vertebra (Atlas) of a person from ABS plastic using 3D sculpting in the ZBrush program, including studying the anatomical structure of a natural type sample of the first cervical vertebra, measuring the size of all anatomical structures of the vertebra using a caliper (GOST 166-89, certificate No. 1188/0315), creation of a 3D model in ZBrush, printing on a 3D printer "Flash Forgecreator".

Results of work. To make a model of the first vertebra (Atlas) from plastic by 3D printing, we studied a natural sample from the anatomical museum of the Department of Human Anatomy of the Ukrainian Medical Stomatological Academy, as well as an atlas of human anatomy edited by R.D. Synelnikov, which served as a guide in the process of work. After all the necessary changes to the model of the first vertebra, its trial production was carried out as follows: the 3D model of the first vertebra was saved in the "OBJ" format; 3D model of the first vertebra in the format "OBJ" using the program "Maker Were" was prepared for production on a 3D printer, creating a G-code in an x3g file; the prepared x3g file with G-code 3D model of the first vertebra was recorded on a flash card and sent for printing on a 3D printer "Flash Forgecreator". The material used for printing is ABS plastic; after completing the 3D printing, the printed model was cleaned of supporting structures.

Conclusions. Using the proposed method allows you to obtain a model of the first cervical vertebra (atlas), which corresponds to natural dimensions and which can be studied from different angles, getting a comprehensive idea of the shape and size, and also allows you to clearly study the relief and geometry of the holes and grooves, to get a visual idea of the morphological the structure of the first vertebra without using natural bone preparations. The proposed method has scientific and applied value, since it significantly facilitates the task of preparing and conducting the pedagogical process and morphological research, expanding the possibilities of obtaining more informative and objective results.

Key words: first human vertebra (Atlas), 3D sculpting, anatomical model, pedagogical process, human anatomy.

Рецензент – проф. Проніна О. М.

Стаття надійшла 16.12.2020 року