

методика может быть использована для индивидуальной коррекции психоэмоционального состояния пациента. Выведенные базовые показатели, могут быть основой для дальнейшего исследования КГР у больных перед стоматологическим приемом.

Ключевые слова: тревожность, темперамент, кожно-гальваническая реакция.

POSSIBILITIES OF USING THE GALVANIC SKIN RESPONSE METHOD IN PATIENTS IN DENTISTRY AND MAXILLO-FACIAL SURGERY

Kushta A., Shuvalov S.

Abstract. The article presents data on the possibility of using the method of skin galvanic reaction, as an alternative to questionnaires and tests to determine the psychological state of the patient. After all, according to numerous studies, anxiety and fear at the dental reception are felt by 70 to 90% of patients. Detection, prevention and treatment of stress requires the availability of methods for their diagnosis, the development of which is impossible without the study of various objective and subjective indicators of these conditions. All currently available methods for testing levels of anxiety and stress are to some extent subjective, as they are based on the criteria of self-assessment of a person's condition, which, as we know, is not always adequate. In addition, all tests and questionnaires take a long time. In this regard, psychophysiologicals are studying the objective physiological manifestations of anxiety and stress. Among them, due to the objectivity of the method, the skin galvanic reaction is of interest. The paper describes for the first time the method of conducting this study in dentistry, namely in maxillofacial surgery, as well as derived indicators of the norm in healthy patients depending on the level of anxiety. The paper describes for the first time the method of conducting this study in dentistry, namely in maxillofacial surgery, as well as derived indicators of the norm in healthy patients depending on the level of anxiety. Thus, we can conclude that for a high level of anxiety SGR values are in the range of 1.10-1.4, for moderate – from 0.75 to 1.0, and for low – 0.45-0.7. Depending on the type of temperament, the severity of personal and situational anxiety is different, it is a property of temperament and a combination of extraversion and emotional stability is characteristic of sanguine, extraversion and emotional instability for choleric, introversion and emotional stability – phlegmatic, introversion and emotional instability – melancholic. The development of a database of normative indicators of skin galvanic response, as the most reliable indicator of the level of psycho-emotional stress should be considered as a component of a comprehensive assessment of the patient's psychophysiological condition. In the future, this technique can be used for individual correction of the patient's psycho-emotional state. The derived baseline indicators of the subjects may be the basis for further study of skin-galvanic reaction in patients before dental treatment.

Key words: anxiety, temperament, skin galvanic reaction.

*Рецензент – проф. Скрипніков А. М.
Стаття надійшла 04.11.2020 року*

DOI 10.29254/2077-4214-2020-4-158-235-239

UDC 616.8-071:599.323.4

Makarenko O. L., Yushchenko Ya. O., Bilash S. M., Pronina O. M., Koptev M. M., Vynnyk N. I.

MORPHOLOGICAL GROUNDS OF USING THE CERVICAL FOLD SUSPENSION

MODEL OF IMMOBILIZATION STRESS IN RATS

Ukrainian Medical Stomatological Academy (Poltava)

mn_koptev@ukr.net

Publication relation to planned scientific research projects. The paper has been written within the integrated inter-departmental research "Patterns of morphogenesis of organs, tissues and neurovascular formations in normal condition, pathology and under the influence of exogenous factors", carried out at the Ukrainian Medical Stomatological Academy (State registration No. 0118U004457).

Introduction. Stress is a common combination of protective and disturbing responses of living organisms, generated in the process of the evolution and occurs as a result of neuroendocrine and metabolic changes in response to the external or internal stressors. Consequently, stress is the significant compound of the adaptive mechanism; however, its adverse course can contribute to pathogenesis of multiple diseases. Notwithstanding the long-lasting history of research, the problem of stress remains relevant to date [1]. The study of the mechanisms of the acute stress, the search for novel ways to increase resistance to it, prevention and treatment of pathological processes caused by

stress reactions, remain relevant areas of medical and biological research. The study of the problem of stress is impossible without performing experimental studies using the various stress models.

Currently, numerous simulation stress models exist to study the morphofunctional changes caused by the chronic immobilization stress, e.g., conventional model of stress-induced gastric ulcers, when the animals are subjected to single-time immobilization during 5 hours in the stiff cartridges, stored in the freezer at 3-4°C [2]. Universal nature of the stress-induced ulcerogenesis indicates the imbalance of the protective reactions, involving neurohumoral mechanisms. Simulation of chronic immobilization stress can be combined with other techniques, namely, swim test, electric foot shock stress, situational stress, etc. Moreover, one of the experimental chronic stress models assumes additional simulation of the situational stress (after the period of immobilization, the animals' habitual dietary and watering regimens are violated, animals are kept in the overpopulated cages, contingent of animals is changed at

random sequence) [3]. Situational stress stimulus can be intensified by luminous effect at night time and electric current of threshold sensitivity with prolonged duration of the stressors' activity up to 10 months [4]. Chronic stress can be simulated by daily group immobilization of the rats, placed in individual special wire mesh restrainers for 3 months in a way that each rat can feel the presence of neighbor animals. At the end of immobilization period of varying duration, additional situational stress was carried out by the violation of animals' habitual dietary and watering regimen, changes in the contingent of animals in standard cages during feeding and watering at a random sequence [5].

Experimental studies, carried out at the Department of Clinical Anatomy and Operative Surgery of Ukrainian Medical Stomatological Academy, involved the model of chronic immobilization stress, where rats one by one were immobilized by four limbs without squeezing the vessels in a position lying supine daily in the morning for 40 minutes during 21 days [6]. The suggested model reduced the time to carry out the experiment, did not require sophisticated equipment and use of additional stressors, particularly, at night, and made it possible to restrain the animals in convenient morning hours. The above experimental model is easy-to-use and can be widely used for studies of the impact of immobilization stress on the body.

The study of the impact of acute immobilization stress also requires the use of simple and effective models. The example of such a model can be atraumatic cervical fold suspension of mice [7]. However, insufficient data on the use of this technique to reproduce the acute stress response in rats has been found to date.

Purpose. On the basis of morphological studies of target organs to prove the effectiveness of the experimental model of acute immobilization stress simulation in rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours.

Object and Methods. The study involved 8-10-month-old 20 albino male rats, weighing 240-260 g. The animals were housed in the vivarium standard conditions with regular nutrient ration and were not involved in any other experiments or tests. The sex of the animals allowed excluding the influence of sexual cycles on the findings of the study. The rats were assigned into 2 groups, 10 individuals each. Group I (control) involved intact animals, which were housed in vivarium standard conditions and were not involved in any experiments or tests. Group II (experimental) involved rats, exposed to acute immobilization stress.

The experiment was performed in compliance with the requirements of international principals of the "European Convention for the Protection of Vertebrate Animals Used for Experimental and Other Scientific Purposes" (Strasbourg, 1985), corresponding Law of Ukraine "For the Protection of Pet Animals" (No.3 446-IV, 21.02.2006, Kyiv), Ethical Code of Ukrainian Doctor and Code of Ethics for a Scientist in Ukraine.

The acute immobilization stress was simulated by cervical fold suspension model, when non-anesthetized fasting rats were immobilized by cervical fold suspension using atraumatic clip for 6 hours from 9 a.m. to 3 p.m.

The animals were sacrificed within two hours after the period of immobilization by decapitation under 50 mg/kg body weight intraperitoneal thiopentone anesthesia. After decapitation, the chest and abdomen were dissected, the internal organs were examined with the removal of target organs: thymus, adrenal glands and stomach. Vertical, horizontal and sagittal dimensions of the thymus and adrenal glands were measured using the ShTs-1caliper, the mass was determined using the TVE-0,15-0,001electronic scales. After dissection of the stomach wall, a macroscopic examination of its mucous membrane was performed.

Statistical processing of the resulting data was carried out by the method of variation statistics using the "Microsoft Excel" (2007) software; the Student's t-test was used to estimate their reliability. Differences of $p < 0.05$ were considered statistically significant.

Results and Discussion. To prove the effectiveness of the experimental model of simulated acute immobilization stress in rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours, a study of stress effects on target organs was performed according to the Selye's triad: thymus, adrenal glands, stomach.

Examination of the stomach showed that in rats the stomach was located in the anterior part of the abdominal cavity to the left of the midline. The lesser curvature was adjacent to the liver and partially covered by it. The greater curvature was located at the omentum, approaching the cecum. The lesser curvature of the stomach was cranially invaginated, whereas the greater curvature was evaginated in the caudal direction. The esophagus opened in the middle of the small curvature of the stomach with cardiac orifice, and on the right side of the stomach another orifice was detected, passing to the duodenum. In the animals of the control group, the stomach had the regular size and shape, was filled with gastric contents. Dissection of the stomach showed that its mucous membrane was shiny, pink and folded. In the

animals of the experimental group, significant changes in the stomach were found only in the mucous membrane: intact areas were interspersed with hyperemic swollen foci, which gave the mucous membrane a colorful mosaic appearance; numerous polymorphic hemorrhages and single erosions were noted; no ulcers were detected (fig. 1).

The thymus gland in rats is a large glandular formation that lies in the thoracic cavity between two cranial venae cavae and covers the trachea on the ventral side. In all experimental animals, the thymus con-

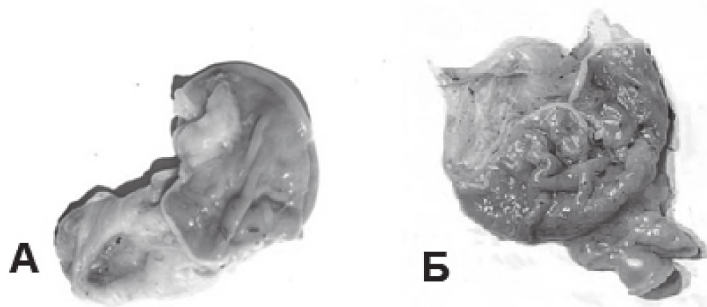


Figure 1 – Mucous membrane of rat stomach. A – the stomach of the control animal; Б – the stomach of the animal, exposed to stress.

sisted of two lobes (right and left). Caudally, it was adjacent to the anterior lobe of the right lung, right atrium and ventricles of the heart. Visually, the thymus in rats, exposed to immobilization stress was smaller, and no other changes were detected (**fig. 2**). The mass of the thymus in animals of the experimental group, compared to intact animals, decreased by 44,5% from $306,5 \pm 17,62$ to $166,8 \pm 41,69$ mg, $p < 0,01$.

Similarly, the linear dimensions were also changed: vertical by 17,16% from $1,34 \pm 0,097$ to $1,11 \pm 0,11$ cm; horizontal by 21,7% from $1,29 \pm 0,17$ to $1,01 \pm 0,065$ cm; sagittal by 2,7% from $0,37 \pm 0,05$ to $0,36 \pm 0,09$ cm.

The adrenal glands in rats are a paired organ that has a rounded shape, covered with a light pale pink capsule, located above the cranial edge of the kidney. The hilus is located on the indentation on the medial edge of the organ, which is the place of exit of the vein. Each gland consists of cortical and cerebral matter, externally surrounded by integumentary connective tissue capsule. The differences between the adrenal glands in rats of the control and experimental groups were in the increase in their weight and size in those animals that were exposed to stress (**fig. 3**). In the experimental group the enlargement of the adrenal gland from $38,8 \pm 4,34$ to $65,1 \pm 9,13$ mg, i.e., by 67,8% ($p < 0,01$), was noted.

Similarly, the linear dimensions were also changed: vertical by 33,96% from $0,265 \pm 0,047$ to $0,355 \pm 0,1$ cm; horizontal by 59,62% from $0,26 \pm 0,05$ to $0,415 \pm 0,085$ cm; sagittal by 8,7 % from $0,23 \pm 0,048$ to $0,25 \pm 0,033$ cm.

Thus, immobilization of rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours causes manifestations of the Selye's triad of stress: acute involution of the thymus, hypertrophy of the adrenal glands, as well as hyperemia of the gastric mucosa, which indicates the effectiveness of the above technique of acute stress simulation and its application in experimental studies.

Conclusion. The present study demonstrates the effectiveness of the experimental model of acute immobi-

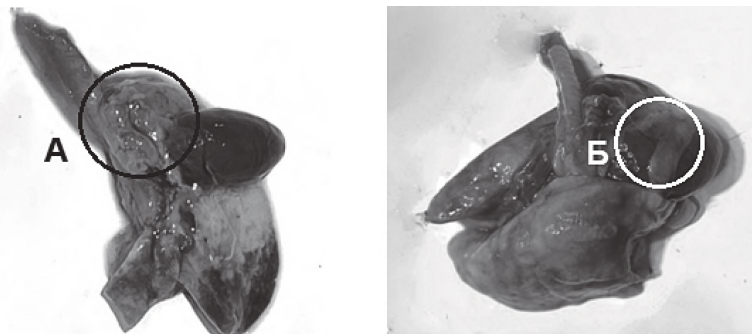


Figure 2 – Organ complex of the rat thoracic cavity. A – the thymus of the animal of the control group; B – the thymus of the animal exposed to stress.

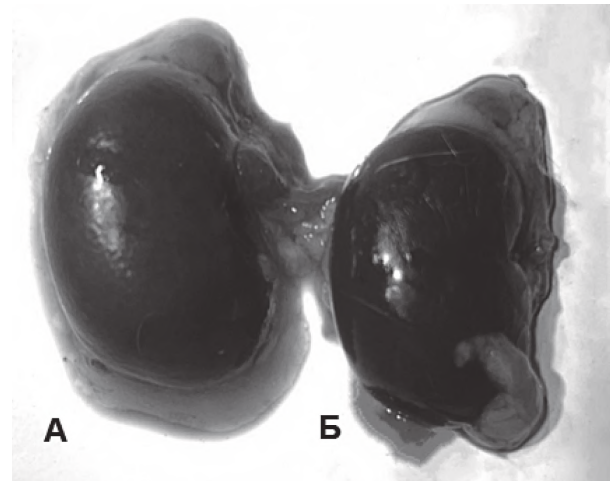


Figure 3 – Left kidney with adrenal gland. A – in the animal of the control group; B – in the animal, exposed to stress.

lization stress in rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours, since it causes manifestations of the Selye's triad of stress: acute involution of the thymus, adrenal hypertrophy, and hyperemia of the gastric mucosa.

Perspectives of further research will encompass histological studies of target organs in rats, exposed to acute immobilization stress by atraumatic cervical fold suspension.

References

1. Haydey OS. Etiolohiya stresu. Nauk.-tekhn. byul. In-tu biolohiyi tvaryn ta Derzh. n.-d. kontrol. in-tu vetpreparativ ta korm. dobavok. 2012;13(3/4):416-9. [in Ukrainian].
2. Pshennikova MG. Fenomen stressa. Emotsional'nyy stress i yego rol' v patologii. Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya. 2000;2:24-31. [in Russian].
3. Zolotar'ova TA, Nasibullin BA, Aleksyeyenko NO, Hushcha SH, Ivanova HV, Bondar IV, Yaroshenko NO, vynakhidnyky, Ukrayins'kyy naukovo-doslidnyy instytut medychnoyi reabilitatsiyi ta kurortolohiyi, patentovlasnyk. Sposib modelyuvannya khronichnoho stresu. Patent Ukrayiny № 61221. 2011 Lyp 11. [in Ukrainian].
4. Pyshnov HYu, Bryuz'hina TS, vynakhidnyky, IMP AMN Ukrayiny, patentovlasnyk. Sposib modelyuvannya khronichnoho stresu riznoho rivnya u shchuriv. Patent Ukrayiny № 25759. 2007 Serp. 27. [in Ukrainian].
5. Nikolayeva OV, Koval'tsova MV, Yevtushenko TH, vynakhidnyky, Kharkivs'kyy natsional'nyy medychnyy universytet patentovlasnyk. Patent Ukrayiny № 82414 Ukrayina. 2013 Lyp 25. [in Ukrainian].
6. Koptev MM. Morfolohichna kharakterystyka lehen' shchuriv, shcho zaznaly vplyvu eksperymental'noho khronichnoho stresu. Aktual'ni problemy suchasnoyi medytsyny. Visnyk Ukrayins'koyi medychnoyi stomatolohichnoyi akademiyi. 2012;12(1-2):186-8. [in Ukrainian].
7. Kirichek LT. Stressprotektory v eksperimente i klinike. Khar'kov: IPP «Kontrast»; 2008. 304 s. [in Russian].

МОРФОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ІММОБІЛІЗАЦІЙНОГО СТРЕСУ У ЩУРІВ ШЛЯХОМ ФІКСАЦІЇ ЗА ШИЙНУ СКЛАДКУ

Макаренко О. Л., Ющенко Я. О., Білаш С. М., Проніна О. М., Коптев М. М., Винник Н. І.

Резюме. Вивчення механізмів гострого стресу, пошук нових шляхів підвищення стійкості до нього, профілактики та лікування патологічних процесів, викликаних стресовими реакціями, на сьогодні залишаються актуальними напрямками медико-біологічних досліджень. Вивчення проблеми стресу неможливе без виконання експериментальних досліджень із використанням різних моделей стресового впливу.

Метою дослідження було довести на підставі морфологічних досліджень органів-мішеней ефективність відтворення експериментальної моделі гострого іммобілізаційного стресу у щурів шляхом атравматичного підвішування за шийну складку протягом 6-ти годин.

Робота, із урахуванням міжнародних норм проведення біологічних досліджень, виконана на 20 білих щурах-самцях з масою тіла 240-260 грамів, віком 8-10 місяців. Першу, контрольну, склали 10 інтактних тварин, які утримувались у стандартних умовах віварію. Другу, експериментальну, групу склали 10 щурів, які зазнали впливу гострого іммобілізаційного стресу. Забій тварин проводився шляхом декапітації під внутрішньоочеревинним наркозом. Після розкриття грудної клітки та черевної порожнини проводився огляд внутрішніх органів із забором органів-мішеней: тимусу, надниркових залоз та шлунка.

Отримані результати свідчать, що іммобілізація щурів шляхом атравматичного підвішування за шийну складку протягом 6-ти годин викликає прояви стресової тріади Сельє: гостру інволюцію тимусу, гіпертрофію надниркових залоз, а також гіперемію слизової оболонки шлунка. У тварин експериментальної групи у слизовій оболонці шлунка незмінені ділянки перемежувалися із гіперемійованими набряклими осередками, що надавало їй строкатого мозаїчного вигляду; відмічалися численні поліморфні крововиливи та поодинокі ерозії; виразок виявлено не було. Візуально тимус у щурів, що зазнали впливу іммобілізаційного стресу, мав менші розміри, інших змін не відмічалось. Маса вилочкової залози у тварин експериментальної групи, порівняно з інтактними, знижується на 44,5% із 306,5±17,62 до 166,8±41,69 мг ($p < 0,01$). Відмінності надниркових залоз у щурів контрольної та експериментальної групи полягали у збільшенні їх маси та розміру у тих тварин, що зазнали впливу стресу. У експериментальної групи спостерігалось збільшення надниркової залози із 38,8±4,34 до 65,1±9,13 мг, тобто на 67,8% ($p < 0,01$).

Проведене дослідження свідчить про дієвість експериментальної моделі гострого іммобілізаційного стресу у щурів шляхом атравматичної фіксації за шийну складку протягом 6-ти годин, оскільки вона викликає прояви стресової тріади Сельє: гостру інволюцію тимусу, гіпертрофію надниркових залоз, а також гіперемію слизової оболонки шлунка.

Ключові слова: гострий стрес, щури, фіксація за шийну складку.

МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОДЕЛИ ИММОБИЛИЗАЦИОННОГО СТРЕССА У КРЫС ПУТЕМ ФИКСАЦИИ ЗА ШЕЙНУЮ СКЛАДКУ

Макаренко А. Л., Ющенко Я. А., Билаш С. М., Пронина Е. Н., Коптев М. Н., Винник Н. И.

Резюме. Изучение механизмов острого стресса, поиск новых путей повышения устойчивости к нему, профилактики и лечения патологических процессов, вызванных стрессовыми реакциями, на сегодня остаются актуальными направлениями медико-биологических исследований. Изучение проблемы стресса невозможно без выполнения экспериментальных исследований с использованием различных моделей стрессового воздействия.

Целью исследования было доказать на основании морфологических исследований органов-мишеней эффективность воспроизведения экспериментальной модели острого иммобилизационного стресса у крыс путем атравматического подвешивания за шейную складку в течение 6-ти часов.

Работа, с учетом международных норм проведения биологических исследований, выполнена на 20 белых крысах-самцах, масса тела которых составила 240-260 г, возраст – 8-10 месяцев. В первую, контрольную, группу вошли 10 интактных животных, которые содержались в стандартных условиях вивария. Вторую, экспериментальную, группу составили 10 крыс, подвергшихся воздействию острого иммобилизационного стресса. Эвтаназия животных выполнялась путем декапитации под внутрибрюшинным наркозом. После вскрытия грудной клетки и брюшной полости проводился осмотр внутренних органов с забором органов-мишеней: тимуса, надпочечников и желудка.

Полученные результаты свидетельствуют, что иммобилизация крыс путем атравматического подвешивания за шейную складку в течение 6-ти часов вызывает проявления стрессовой триады Селье: острую инволюцию тимуса, гипертрофию надпочечников, а также гиперемию слизистой оболочки желудка. У животных экспериментальной группы слизистая оболочка желудка имела пестрый вид, так как ее неизменные участки чередовались с очагами гиперемии и отека; отмечались многочисленные полиморфные кровоизлияния и единичные эрозии; язв обнаружено не было. Визуально у крыс, подвергшихся воздействию иммобилизационного стресса, тимус имел меньшие размеры. Маса вилочковой железы у животных экспериментальной группы, по сравнению с интактными, снижается на 44,5% с 306,5±17,62 до 166,8±41,69 мг ($p < 0,01$). Отличия надпочечников у крыс контрольной и экспериментальной группы заключались в увеличении их массы и размера у тех животных, которые подверглись воздействию стресса. В экспериментальной группе наблюдалось увеличение массы надпочечников с 38,8±4,34 до 65,1±9,13 мг, то есть на 67,8% ($p < 0,01$).

Проведенное исследование свидетельствует о действенности экспериментальной модели острого иммобилизационного стресса у крыс путем атравматической фиксации за кожную складку в течение 6-ти часов, поскольку она вызывает проявления стрессовой триады Селье: острую инволюцию тимуса, гипертрофию надпочечников, а также гиперемию слизистой оболочки желудка.

Ключевые слова: острый стресс, крысы, фиксация за шейную складку.

MORPHOLOGICAL GROUNDS OF USING THE CERVICAL FOLD SUSPENSION MODEL OF IMMOBILIZATION STRESS IN RATS

Makarenko O. L., Yushchenko Ya. O., Bilash S. M., Pronina O. M., Koptev M. M., Vynnyk N. I.

Abstract. The study of the mechanisms of the acute stress, the search for novel ways to increase resistance to it, prevention and treatment of pathological processes caused by stress reactions, remain relevant areas of medical and biological research. The study of the problem of stress is impossible without performing experimental studies using the different stress models.

The purpose of the study was to prove the effectiveness of the experimental model of acute immobilization stress simulation in rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours on the basis of morphological studies of target organs.

The study involved 8-10 month old 20 albino male rats, weighing 240-260 g. Group I (control) involved intact animals, which were housed in vivarium standard conditions and were not involved in any experiments or tests. Group II (experimental) involved rats, exposed to acute immobilization stress.

The animals were sacrificed by decapitation under intraperitoneal anesthesia. After the chest and abdomen dissection, the internal organs were examined with the removal of target organs: thymus, adrenal glands and stomach.

The findings show that immobilization of rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours causes manifestations of the Selye's triad of stress: acute involution of the thymus, hypertrophy of the adrenal glands, as well as hyperemia of the gastric mucosa. In animals of the experimental group intact areas were interspersed with hyperemic swollen foci, which gave the mucous membrane a colorful mosaic appearance; numerous polymorphic hemorrhages and single erosions were noted; no ulcers were detected. Visually, the thymus in rats, exposed to immobilization stress was smaller, and no other changes were detected. The mass of the thymus in animals of the experimental group, compared to intact animals, decreased by 44.5% from 306.5 ± 17.62 to 166.8 ± 41.69 mg. The differences between the adrenal glands in rats of the control and experimental groups were in the increase in their weight and size in those animals that were exposed to stress. In the experimental group the enlargement of the adrenal gland from 38.8 ± 4.34 to 65.1 ± 9.13 mg, i.e., by 67.8%, was noted.

The present study demonstrates the effectiveness of the experimental model of acute immobilization stress in rats by atraumatic cervical fold suspension for 6 hours, since it causes manifestations of the Selye's triad of stress: acute involution of the thymus, adrenal hypertrophy, and hyperemia of the gastric mucosa.

Key words: acute stress, rats, cervical fold suspension.

*Рецензент – проф. Дубінін С. М.
Стаття надійшла 16.10.2020 року*

DOI 10.29254/2077-4214-2020-4-158-239-246

УДК 616.718.5/.6-001.59-089.227.84:519. .5

Хмизов С. О., Кацалап Є. С., Карпінський М. Ю., Ярьсько О. В.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВАРІАНТІВ ОСТЕОСИНТЕЗУ КІСТОК ГОМІЛКИ ПРИ ЇХ УРОДЖЕНОМУ ПСЕВДОАРТРОЗІ В СЕРЕДНІЙ ТРЕТИНІ

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України» (м. Харків)

korab.karpinsky9@gmail.com

Зв'язок публікації з плановими науково-дослідними роботами. Робота виконана в рамках НДР «Розробити комплексний підхід до лікування уродженого псевдоартрозу кісток гомілки у дітей» /2020-2022/ № державної реєстрації 0119U102343.

Вступ. Уроджений псевдоартроз кісток гомілки (УПКГ) – це рідке захворювання, що характеризується наявністю незрощення (псевдоартрозу) кісток гомілки, що не зростається самостійно. Псевдоартроз кісток гомілки може існувати вже при народженні, чи формуватися після народження, як наслідок мінімальної травми у дитини [1]. Клінічне значення УПКГ у дітей обумовлене значними порушеннями функції опори та ходьби, що відзначаються у дітей та дорослих із цією патологією. Клінічними проявами УПКГ у дітей є кульгання, розвиток деформації та вкорочення гомілки, формування вторинної вальгусної деформації колінного суглобу та стопи [2]. Більшість хірургічних методик передбачає видалення патологічних м'яких тканин у зоні псевдоартрозу із наступною кістковою аутопластикою та фіксацією фрагментів великогомілкової кістки у апаратах зовнішньої фіксації [3], чи за допомогою інтрамедулярних фіксаторів [4]. До більш технічно складних відноситься методика із

використанням вільного васкуляризованого кісткового аутоотрансплантату малогомілкової кістки [5].

Аналіз сучасної літератури показує, що УПКГ залишається серйозною та невирішеною проблемою дитячої ортопедії, через незадовільно високий відсоток поганих результатів (від 30 до 60 %), що обумовлені труднощами досягнення зрощення на рівні псевдоартрозу великогомілкової кістки, а також значною кількістю її рефрактур після первинної консолідації [6].

Саме профілактика рефрактур після досягнення первинної консолідації УПКГ є наразі найбільша актуальною темою [7].

Мета дослідження. Дослідити напружено-деформований стан моделей гомілки після первинної консолідації у зоні УПКГ в середній третині при різних варіантах їх остеосинтезу.

Об'єкт і методи дослідження. За основу була обрана модель дистального кінця нижньої кінцівки, розроблена в лабораторії біомеханіки ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України» [8]. Було виконане математичне моделювання варіантів остеосинтезу кісток гомілки при уродженому псевдоартрозі кісток гомілки. Моделювали: 1) УПВГК у середній третині, зону незрощення