Дата публикации: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_36
УДК 57.056

Publication date: 01.12.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_36
UDC 57.056

ОСОБЕННОСТИ ПОСТУРАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СПОРТСМЕНОВ С НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

К.С. Кошкина, Е.В. Быков, А.В. Чипышев
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный университет физической культуры», г. Челябинск, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются особенности постуральной устойчивости у спортсменов с нейросенсорной тугоухостью. Выявлены специфические маркеры статокинезиографии, характеризующие особенности девиации центра давления в реализации двигательной стратегии в зависимости от состояния органа слуха и двигательной деятельности. В поддержании постуральной устойчивости у спортсменов с нейросенсорной тугоухостью задействован зрительно-проприоцептивный контроль с преобладанием периферического поля зрения, реализацией «голеностопной стратегии».
Ключевые слова: нейросенсорная тугоухость, постуральная устойчивость, спортсмены, инвалидность.

POSTURAL STABILITY FEATURES OF ATHLETES WITH SENSORINEURAL HEARING LOSS

K.S. Koshkina, E.V. Bykov, A.V. Chipyshev
Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, Russia

Annotation. The article discusses the features of postural stability in athletes with sensorineural hearing loss. Specific markers of statokinesiography have been identified that characterize the features of the pressure center's deviation in the implementation of the motor strategy, depending on the state of the hearing organ and motor activity. The postural stability maintenance in athletes with sensorineural hearing loss is due to the predominance of visual proprioceptive control, with the predominance of the peripheral visual field, the implementation of the ankle strategy.
Keywords: sensorineural hearing loss, postural stability, athletes, disability.

Введение. Поддержание равновесия в статических и динамических условиях является сложной двигательной задачей, реализация которой происходит за счет согласованной работы сенсорных систем – зрительной, проприоцептивной и вестибулярной [1, с. 58; 2; 3], которые формируют постуральную стратегию [4]. Отмечается, что лица с депривацией слуха имеют сниженные показатели по качеству равновесия, снижение в перестроении двигательных действий, что обусловлено патологическими процессами в периферическом отделе вестибулярного и слухового анализатора. Патологические процессы приводят к развитию вестибулярной дисфункции или гиперфункции [1, с. 59; 5, с. 45].

Стойкая депривация слуха приводит к снижению поступающей сенсорной информации из внешней среды, затруднению ее переработки в центральной нервной системе, рассогласованию между опорно-двигательным аппаратом и сенсорными системами – зрительной, проприоцептивной, тактильной, вестибулярной и соматосенсорной [6, с. 76; 7, с. 163]. Отмечена общая тенденция к ухудшению показателей постуральной устойчивости по мере увеличения вестибулярной дисфункции и степени слуховой депривации [8]. Дети с односторонней вестибулярной дисфункцией имели нормальные результаты в тестах на равновесие и способность эффективно использовать вестибулярную компенсацию от

нормально слышащего уха (его вестибулярного сигнала), достаточного для сохранения равновесия [8]. Реализация двигательной функции и координация движений обусловлены балансом тела и особенностями восприятия пространства и времени [9]. A.V. Lubetzky et al. (2022) была выдвинута теория «слухового якоря», которая предполагает использование индивидуумами слуховых пространственных сигналов для поддержания равновесия, аналогичных визуальным сигналам. У людей с НСТ поддержание постуральной устойчивости определяется механизмом «обратной связи» для контроля осанки, предварительным моторным ожиданием и моторным планированием, а не за счет реагирования на динамические сенсорные сигналы [10].

Цель исследования – выявить особенности постуральной устойчивости в условиях зрительного контроля и при временной депривации у спортсменов с нейросенсорной тугоухостью.

Объект исследования – постуральная устойчивость у лиц с нейросенсорной тугоухостью.

Предмет исследования – статокинетическая устойчивость у спортсменов с НСТ при временной депривации зрительного контроля.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось в течение 2020-2023 гг. на базе лабораторий НИИ олимпийского спорта и кафедры спортивной медицины и физической реабилитации Уральского государственного университета физической культуры (г. Челябинск). Обследовано 51 человек в возрасте 18-40 лет. Сформировано 3 группы: первая (основная) группа (ОГ) – спортсмены с нейросенсорной тугоухостью, являющиеся инвалидами по слуху, вторая группа – контрольная группа – спортсмены с нормальным уровнем слуха (КГ-1), третья группа – контрольная группа – добровольцы с нейросенсорной тугоухостью, являющиеся инвалидами по слуху, не занимающиеся спортом (КГ-2).

Критериями включения в исследование являлись добровольное информированное согласие, отсутствие обострения соматической патологии на момент проведения обследования.

Методы исследования: оценка постуральной устойчивости проводилась с применением аппаратно-программного комплекса «ST-150» (ООО «Мера», г. Москва, Россия). Проводился анализ параметров стабилографии при проведении пробы Ромберга (фоновая проба с последующим временным исключением функции органа зрения) с европейской установкой стоп на стабилоплатформе, в вертикальном положении обследуемого, без применения средств опоры. При проведении стабилометрического обследования проводили анализ полученных значений в пробе Ромберга с открытыми (ОГ) и закрытыми глазами (ЗГ) следующих переменных: x, y (в мм) – девиация центра давления (ЦД) относительно среднего положения: x – во фронтальной плоскости (в направлении вправо-влево), y – в сагиттальной плоскости (в направлении вперед-назад); L (в мм) – длина статокинезиограммы – длина пути, пройденного ЦД во время проведения исследования; S (в $мм^2$) – площадь статокинезиограммы; V (в мм/с) – средняя скорость перемещения ЦД; A (в Дж) – работа по перемещению общего центра давления в плоскости опоры; КР (в %) – коэффициент Ромберга – соотношение между площадью статокинезиограммы в пробах с ОГ и ЗГ [1, с. 59; 11, с. 282].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с применением пакета анализа Microsoft Excel-2017, использован Т-критерий Стьюдента, достоверность различий определялась при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Исходно в пробе с «ОГ» у спортсменов основной группы с НСТ отмечается преобладание колебаний ЦД в сагиттальной плоскости (по оси y), которое сопряжено с периферическим зрением. При сопоставлении исходных стабилометрических показателей (проба с ОГ) и при временном

исключении зрительной функции (проба с ЗГ) в основной группе спортсменов с НСТ отмечается снижение девиации ЦД во фронтальной плоскости с тенденцией к увеличению девиации ЦД в сагиттальной плоскости, скорости перемещения ЦД, площади эллипса и энергозатрат (при $p>0,05$) (табл. 1).

Таблица 1

Параметры статокинезиограммы при проведении пробы Ромберга у спортсменов с нейросенсорной тугоухостью

Показатель	Проба Ромберга		Р
	ОГ	ЗГ	
x, мм	3,22±0,38	3,20±0,35	>0,05
y, мм	3,51±0,39	3,87±0,26	>0,05
L, мм	**205,43±19,74**	**295,13±27,63**	**<0,05***
V, мм/с	6,83±0,66	9,84±0,92	>0,05
S ОГ, мм^2	170,45±63,47	184,63±30,26	>0,05
A, Дж	1,02±0,19	2,17±0,66	>0,05
КР, %	213,80±34,72		

Примечание: ОГ – с открытыми глазами; ЗГ – с закрытыми глазами; x, y – девиация центра давления (ЦД) относительно среднего положения: во фронтальной плоскости (x), в сагиттальной плоскости (y); L – длина статокинезиограммы; S – площадь статокинезиограммы; A – работа по перемещению общего центра давления в плоскости опоры; КР – коэффициент Ромберга; * – $p<0,05$ между «ОГ-ЗГ» в пробе Ромберга

Увеличение длины статокинезиограммы при временном отсутствии зрительного контроля составило 30,4% ($p<0,05$). Увеличение параметров стабилометрии у спортсменов основной группы позволяет судить о преобладании зрительного контроля в поддержании постуральной устойчивости в основной стойке.

Увеличение длины статокинезиограммы у спортсменов с НСТ сопряжено с наличием высокоамплитудных движений и смещения спектра частот в более высокочастотную область в поддержании постурального контроля в основной стойке при временном отсутствии зрительного контроля, что сопровождается ростом скорости перемещения ЦД, площади статокинезиограммы и энергозатрат. Увеличение энергозатрат при временном отсутствии зрительного контроля обусловлено замыканием в голеностопных суставах.

Изменения стабилометрических параметров, в частности увеличение длины статокинезиогаммы, обусловлены рядом факторов. Отмечается, что центральное зрение оказывает большее влияние на контроль движений во фронтальной плоскости в условиях, когда соматосенсорная информация недоступна. Периферическое зрение оказывает большее влияние на контроль колебаний ЦД в сагиттальной плоскости [12, с. 13]. Так как на величину длины статокинезиограммы оказывают влияние величина и частота девиаций ЦД, увеличение параметра длины статокинезиограммы позволяет судить о возрастании величины девиации ЦД и смещения спектра частот в более высокочастотную область (если величина девиаций осталась прежней) [12, с. 88]. В положении основной стойки соматически здорового человека поддержание постурального контроля обусловлено пассивным замыканием тазобедренных и коленных суставов, которое не требует затрат энергии, а замыкание в голеностопных суставах происходит активно с напряжением трехглавой мышцы голени, что сопровождается увеличением энергозатрат.

Поддержание баланса тела в основной стойке происходит за счет замыкания в голеностопных суставах. Отмечается, что у соматически здорового человека поддержание основной стойки происходит за счет зрительной и проприоцептивной системы.

В основной стойке соматически здорового человека в норме отсутствуют медленные и высокоамплитудные движения, которые сопряжены с вестибулярной системой [12, с. 12].

В пробе с «ОГ» у спортсменов контрольной группы с нормальным уровнем слуха отмечается преобладание колебаний ЦД в сагиттальной плоскости (по оси у), которое сопряжено с периферическим зрением.

В контрольной группе спортсменов с нормальным уровнем слуха при временном исключении зрительной функции отмечалась тенденция к увеличению девиации ЦД в сагиттальной плоскости, скорости перемещения ЦД (при $p>0,05$). Увеличение длины статокинезиограммы при временном отсутствии зрительного контроля составило 30,7% (при $p<0,05$), энергозатрат – на 53,2% (при $p<0,05$). Тенденция к снижению площади эллипса у спортсменов с нормальным уровнем слуха позволяет судить об активации проприоцептивной системы, однако механизмы компенсации реализуются неэффективно, что сопровождается ростом в параметрах длины статокинезиограммы, скорости перемещения ЦД и энергозатрат. Результаты исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры статокинезиограммы при проведении пробы Ромберга у спортсменов контрольной группы с нормальным уровнем слуха

Показатель	Проба Ромберга		Р
	ОГ	ЗГ	
x, мм	3,23±0,33	3,24±0,30	>0,05
y, мм	4,12±0,47	4,29±0,35	>0,05
L, мм	**233,17±15,97**	**336,58±29,31**	**<0,05***
V, мм/с	7,75±0,53	11,21±0,98	>0,05
S ОГ, мм^2	197,06±36,72	187,52±28,77	>0,05
A, Дж	**1,31±0,16**	**2,80±0,52**	**<0,05***
КР, %	201,85±18,70		

Примечание: ОГ – с открытыми глазами; ЗГ – с закрытыми глазами; x, y – девиация центра давления (ЦД) относительно среднего положения: во фронтальной плоскости (x), в сагиттальной плоскости (y); L – длина статокинезиограммы; S – площадь статокинезиограммы; A – работа по перемещению общего центра давления в плоскости опоры; КР – коэффициент Ромберга; * – $p<0,05$ между «ОГ-ЗГ» в пробе Ромберга

Преобладание периферического зрения в поддержании постурального контроля в основной стойке в пробе с «ОГ» у спортсменов с различным уровнем слуха обусловлено механизмами адаптации органа зрения (увеличения поля зрения) в связи с занятиями спортом. В контрольной группе добровольцев с НСТ при временном исключении зрительной функции отмечалась тенденция к росту девиации ЦД во фронтальной и сагиттальной плоскостях, длины перемещения ЦД и энергозатрат (при $p>0,05$). Увеличение скорости перемещения ЦД в контрольной группе добровольцев с НСТ составило 34,5% (при $p<0,05$).

Тенденция к снижению площади эллипса при временном исключении зрительной функции (при $p>0,05$) в контрольной группе добровольцев с НСТ сопровождается активацией проприоцептивной системы, однако механизмы компенсации реализуются неэффективно, что сопровождается ростом параметров длины статокинезиограммы, скорости перемещения ЦД и энергозатрат. Кроме того, в контрольной группе добровольцев с НСТ

отмечается тенденция к увеличению девиации ЦД в сагиттальной плоскости, которая сопряжена с реализацией голеностопной стратегии при поддержании постуральной устойчивости в основной стойке при временном исключении зрительной функции (табл. 3).

Таблица 3

Параметры статокинезиограммы при проведении пробы Ромберга у добровольцев контрольной группы с нейросенсорной тугоухостью

Показатель	Проба Ромберга		Р
	ОГ	ЗГ	
x, мм	3,00±0,42	3,18±0,42	>0,05
y, мм	3,84±0,51	4,18±0,50	>0,05
L, мм	213,49±17,85	326,38±99,94	>0,05
V, мм/с	**7,12±0,60**	**10,87±1,13**	**<0,05***
S ОГ, мм^2	232,20±77,62	195,14±48,42	>0,05
A, Дж	1,05±0,15	2,22±0,58	>0,05
КР, %	218,45±25,25		

Примечание: ОГ – с открытыми глазами; ЗГ – с закрытыми глазами; x, y – девиация центра давления (ЦД) относительно среднего положения: во фронтальной плоскости (x), в сагиттальной плоскости (y); L – длина статокинезиограммы; S – площадь статокинезиограммы; A – работа по перемещению общего центра давления в плоскости опоры; КР – коэффициент Ромберга; * – $p<0,05$ между «ОГ-ЗГ» в пробе Ромберга

При сопоставлении по параметру КР (%) между обследованными группами наименьшие значения отмечены у спортсменов контрольной группы с нормальным уровнем слуха, наибольшие – в контрольной группе добровольцев с НСТ. Так, у спортсменов основной группы с НСТ средние межгрупповые значения КР (соотношение КР (%) 201,85<213,80<218,45) позволяют судить о наличии зрительно-проприоцептивного контроля в поддержании постуральной устойчивости в основной стойке. У спортсменов контрольной группы с нормальным уровнем слуха отмечается тенденция к преобладанию проприоцептивного контроля, что связано с наименьшими межгрупповыми значениями КР. У добровольцев контрольной группы с НСТ отмечаются наибольшие значения КР, что сопряжено с тенденцией к преобладанию зрительного контроля в поддержании постуральной устойчивости в основной стойке.

Заключение. Поддержание постуральной устойчивости в основной стойке при временном отсутствии зрительного контроля у спортсменов с НСТ обусловлено преобладанием зрительно-проприоцептивного контроля, преобладанием периферического поля зрения, реализацией «голеностопной стратегии» и высокоамплитудных движений со смещением спектра частот в более высокочастотную область.

У спортсменов контрольной группы с нормальным уровнем слуха поддержание постуральной устойчивости реализуется за счет зрительного контроля с преобладанием периферического поля зрения, в случае временного исключения зрительного контроля происходит активация проприоцептивной системы.

У добровольцев с НСТ преобладает зрительный контроль с реализацией «голеностопной стратегии» в поддержании постуральной устойчивости.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравцова, Е. Н. Состояние системы равновесия у лиц с различной функцией слуха / Е. Н. Кравцова, А. Ю. Мейгал // Российская оториноларингология. – 2019. – Т. 18. – № 1 (98). – С. 58-63.

2. de Sousa, A. M. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss / A. M. de Sousa, J. de França Barros, B. M. de Sousa Neto // Int J Gen Med. – 2012. – Vol. 5. – P. 433-439. DOI: 10.2147/IJGM.S28693.

3. Seiwerth, I. Interaction of Hearing and Balance / I. Seiwerth // Laryngorhinootologie. – 2023. – Vol. 102(S01). – P. S35-S49. DOI: 10.1055/a-1960-4641.

4. High-frequency semicircular canal deficit affects postural control in hearing-impaired children / Reynard P., Ionescu E., Goulème N. [et al] // Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis. – 2021. – Vol. 138(4). – P. 235-239. DOI: 10.1016/j.anorl.-2020.10.006.

5. Данилова, Р. И. Вертикальная устойчивость детей 7-9 лет с нарушением слуха в условиях депривации зрительного анализатора / Р. И. Данилова, С. В. Соболев // Arctic Environmental Research. – 2014. − № 2. − С. 45-51.

6. Кипень, М. Н. Современные подходы к развитию координации у школьников с нарушением слуха в системе адаптивной физической культуры / М. Н. Кипень, С. В. Власова // Известия Тульского государственного университета. Физическая культура. Спорт. – 2018. – № 1. – С. 75-81.

7. Румянцева, Э. Р. Развитие координационных способностей хоккеистов с нарушением слуха с использованием стабилографического тренажера / Э. Р. Румянцева, С. В. Цветков // Наука и спорт: современные тенденции. – 2019. – Т. 23. – № 2. – С. 162-167.

8. A Systematic Review on the Association Between Vestibular Dysfunction and Balance Performance in Children With Hearing Loss / Singh A., Heet H., Guggenheim D. S. [et al] // Ear Hear. – 2022. – Vol. 43(3). – P. 712-721. DOI: 10.1097/AUD.0000000000001131.

9. Характеристики баланса тела у детей с нарушением слуха / Д. В. Сышко, Н. В. Жукова, О. Б. Маметова, С. А. Ахмадеев // Проблемы физкультурного образования: концептуальные основы и научные инновации: Матер. V Междунар. науч. конгр. 28–30 мая. – Симферополь, 2018. – С. 348-353.

10. Insight into postural control in unilateral sensorineural hearing loss and vestibular hypofunction / Lubetzky A. V., Kelly J. L., Harel D. [et al] // PLoS One. – 2022. – Vol. 17(10). – P. e0276251. DOI: 10.1371/journal.pone.0276251.

11. Табаков, А. И. Статокинетические показатели у квалифицированных легкоатлетов с нарушением слуха и здоровых квалифицированных легкоатлетов, специализирующихся в скоростно-силовых дисциплинах / А. И. Табаков, В. Н. Коновалов, М. Ю. Моор // Актуальные проблемы адаптивной физической культуры и спорта: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Сибирского гос. ун-та, 17-18 февраля. – Омск, 2016. – С. 279-286.

12. Скворцов, Д. В. Стабилометрическое исследование: краткое руководство / Д. В. Скворцов. – М.: Изд-во «Маска», 2010. – 172 с.

REFERENCES

1. Kravtsova E.N., Meigal A.Yu. The state of the balance system in individuals with different hearing function. *Russian otorhinolaryngology*, 2019, Vol. 18, no. 1 (98), pp. 58-63. (in Russ.)

2. de Sousa A.M., de França Barros J., de Sousa Neto B.M. Postural control in children with typical development and children with profound hearing loss. *Int J Gen Med*, 2012, no. 5, pp. 433-9. DOI: 10.2147/IJGM.S28693. PMID: 22615538; PMCID: PMC3355845.

3. Seiwerth I. Interaction of Hearing and Balance. *Laryngorhinootologie*, 2023, no. 102(S 01), pp. S35-S49. DOI: 10.1055/a-1960-4641.

4. Reynard P., Ionescu E., Goulème N., Ortéga-Solis J., Spruyt K., Thai-Van H. High-frequency semicircular canal deficit affects postural control in hearing-impaired children. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2021, no. 138(4), pp. 235-239. DOI: 10.1016/j.anorl.2020.10.006. PMID: 33071168.

5. Danilova R.I., Sobolev S.V. Vertical stability of children 7-9 years old with hearing impairment in conditions of deprivation of the visual analyzer. *Arctic Environmental Research*, 2014, no. 2, pp. 45-51. (in Russ.)

6. Kipen' M.N., Vlasova S.V. Modern approaches to the development of coordination of schoolchildren with violation of hearing in the system of adaptive physical culture. *Izvestiya Tula State University. Physical Culture. Sport*, 2018, no. 1, pp. 75-81. (in Russ.)

7. Rumyantseva E.R., Tsvetkov S.V. Training coordination abilities of hockey players with hearing impairments using stabilographic simulator. *Science and Sport: Current Trends*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 162-167. (in Russ.)

8. Singh A., Heet H., Guggenheim D.S., Lim M., Garg B., Bao M., Smith S.L., Garrison D., Raynor E.M., Lee J.W. A Systematic Review on the Association Between Vestibular Dysfunction and Balance Performance in Children With Hearing Loss. *Ear Hear*, 2022, no. 43(3), pp. 712-721. DOI: 10.1097/AUD.0000000000001131.
9. Syshko D.V., Zhukova N.V., Mametova O.B., Akhmadeev S.A. Characteristics of body balance in children with hearing impairment: Materials of the V International Scientific Congress "Problems of physical education", May 28-30. Simferopol, 2018. pp. 348-353. (in Russ.)
10. Lubetzky A.V., Kelly J.L., Harel D., Roginska A., Hujsak B.D., Wang Z., Perlin K., Cosetti M. Insight into postural control in unilateral sensorineural hearing loss and vestibular hypofunction. *PLoS One*, 2022, no. 17(10), p. e0276251. DOI: 10.1371/journal.pone.0276251. PMID: 36251683; PMCID: PMC9576045.
11. Tabakov A.I., Konovalov V.N., Moor M.Yu. Statokinetic indices in elite athletes with hearing impairment and healthy elite athletes specializing in speed and strength disciplines. Relevant Issues of Adaptive Physical Culture and Sports: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of the Siberian State University of Physical Culture and Sports. Omsk, 2016. pp. 279-286. (in Russ.)
12. Skvortsov D.V. Stabilomentric research: a brief guide. Moskow: Maska, 2010. 172 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Ксения Сергеевна Кошкина – аспирант 4 курса, лаборант-исследователь НИИ Олимпийского спорта Уральского государственного университета физической культуры, Челябинск, e-mail: caseychica@mail.ru.
Евгений Витальевич Быков – доктор медицинских наук, профессор, проректор по научно-исследовательской работе, заведующий кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: bev58@yandex.ru.
Антон Викторович Чипышев – кандидат биологических наук, доцент кафедры спортивной медицины и физической реабилитации, Уральский государственный университет физической культуры, Челябинск, e-mail: jk_m@bk.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Ksenia Sergeevna Koshkina – 4th year Post-Graduate Student, Research Assistant, Research Institute of Olympic Sports, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: caseychica@mail.ru
Evgeny Vitalievich Bykov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Vice-Rector for Research, Head of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: bev58@yandex.ru
Anton Viktorovich Chipyshev – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Physical Rehabilitation, Ural State University of Physical Culture, Chelyabinsk, e-mail: jk_m@bk.ru

Для цитирования: Кошкина, К. С. Особенности постуральной устойчивости спортсменов с нейросенсорной тугоухостью / К. С. Кошкина, Е. В. Быков, А. В. Чипышев // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_36

For citation: Koshkina K.S., Bykov E.V., Chipyshev A.V. Postural stability features of athletes with sensorineural hearing loss. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 4. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_04_36