

ISSN 2072-0297

МОЛОДОЙ УЧЁНЫЙ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ



21 2024
ЧАСТЬ I

16+

Молодой ученый

Международный научный журнал

№ 21 (520) / 2024

Издается с декабря 2008 г.

Выходит еженедельно

Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук

Редакционная коллегия:

Жураев Хусниддин Олтинбоевич, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Иванова Юлия Валентиновна, доктор философских наук
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук
Лактионов Константин Станиславович, доктор биологических наук
Сараева Надежда Михайловна, доктор психологических наук
Абдрасилов Турганбай Курманбаевич, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Авдеюк Оксана Алексеевна, кандидат технических наук
Айдаров Оразхан Турсункожаевич, кандидат географических наук (Казахстан)
Алиева Тарана Ибрагим кызы, кандидат химических наук (Азербайджан)
Ахметова Валерия Валерьевна, кандидат медицинских наук
Бердиев Эргаш Абдуллаевич, кандидат медицинских наук (Узбекистан)
Брезгин Вячеслав Сергеевич, кандидат экономических наук
Данилов Олег Евгеньевич, кандидат педагогических наук
Дёмин Александр Викторович, кандидат биологических наук
Дядюн Кристина Владимировна, кандидат юридических наук
Желнова Кристина Владимировна, кандидат экономических наук
Жуйкова Тамара Павловна, кандидат педагогических наук
Игнатова Мария Александровна, кандидат искусствоведения
Искаков Руслан Маратбекович, кандидат технических наук (Казахстан)
Калдыбай Кайнар Калдыбайулы, доктор философии (PhD) по философским наукам (Казахстан)
Кенесов Асхат Алмасович, кандидат политических наук
Коварда Владимир Васильевич, кандидат физико-математических наук
Комогорцев Максим Геннадьевич, кандидат технических наук
Котляров Алексей Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук
Кузьмина Виолетта Михайловна, кандидат исторических наук, кандидат психологических наук
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Кучерявенко Светлана Алексеевна, кандидат экономических наук
Лескова Екатерина Викторовна, кандидат физико-математических наук
Макеева Ирина Александровна, кандидат педагогических наук
Матвиенко Евгений Владимирович, кандидат биологических наук
Матроскина Татьяна Викторовна, кандидат экономических наук
Матусевич Марина Степановна, кандидат педагогических наук
Мусаева Ума Алиевна, кандидат технических наук
Насимов Мурат Орленбаевич, кандидат политических наук (Казахстан)
Паридинова Ботагоз Жаппаровна, магистр философии (Казахстан)
Прончев Геннадий Борисович, кандидат физико-математических наук
Рахмонов Азизхон Боситхонович, доктор педагогических наук (Узбекистан)
Семахин Андрей Михайлович, кандидат технических наук
Сенцов Аркадий Эдуардович, кандидат политических наук
Сенюшкин Николай Сергеевич, кандидат технических наук
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Титова Елена Ивановна, кандидат педагогических наук
Ткаченко Ирина Георгиевна, кандидат филологических наук
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, кандидат химических наук (Узбекистан)
Яхина Асия Сергеевна, кандидат технических наук
Ячинова Светлана Николаевна, кандидат педагогических наук

Международный редакционный совет:

Айрян Заруи Геворковна, кандидат филологических наук, доцент (Армения)
Арошидзе Паата Леонидович, доктор экономических наук, ассоциированный профессор (Грузия)
Атаев Загир Вагитович, кандидат географических наук, профессор (Россия)
Ахмеденов Кажмурат Максutowич, кандидат географических наук, ассоциированный профессор (Казахстан)
Бидова Бэла Бертовна, доктор юридических наук, доцент (Россия)
Борисов Вячеслав Викторович, доктор педагогических наук, профессор (Украина)
Буриев Хасан Чутбаевич, доктор биологических наук, профессор (Узбекистан)
Велковска Гена Цветкова, доктор экономических наук, доцент (Болгария)
Гайич Тамара, доктор экономических наук (Сербия)
Данатаров Агахан, кандидат технических наук (Туркменистан)
Данилов Александр Максимович, доктор технических наук, профессор (Россия)
Демидов Алексей Александрович, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Досманбетов Динар Бакбергенович, доктор философии (PhD), проректор по развитию и экономическим вопросам (Казахстан)
Ешиев Абдыракман Молдоалиевич, доктор медицинских наук, доцент, зав. отделением (Кыргызстан)
Жолдошев Сапарбай Тезекбаевич, доктор медицинских наук, профессор (Кыргызстан)
Игисинов Нурбек Сагинбекович, доктор медицинских наук, профессор (Казахстан)
Кадыров Култур-Бек Бекмуратович, доктор педагогических наук, и.о. профессора, декан (Узбекистан)
Каленский Александр Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Козырева Ольга Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Россия)
Колпак Евгений Петрович, доктор физико-математических наук, профессор (Россия)
Кошербаева Айгерим Нуралиевна, доктор педагогических наук, профессор (Казахстан)
Курпаяниди Константин Иванович, доктор философии (PhD) по экономическим наукам (Узбекистан)
Куташов Вячеслав Анатольевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Кыят Эмине Лейла, доктор экономических наук (Турция)
Лю Цзюань, доктор филологических наук, профессор (Китай)
Малес Людмила Владимировна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Нагервадзе Марина Алиевна, доктор биологических наук, профессор (Грузия)
Нурмамедли Фазиль Алигусейн оглы, кандидат геолого-минералогических наук (Азербайджан)
Прокопьев Николай Яковлевич, доктор медицинских наук, профессор (Россия)
Прокофьева Марина Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент (Казахстан)
Рахматуллин Рафаэль Юсупович, доктор философских наук, профессор (Россия)
Ребезов Максим Борисович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (Россия)
Сорока Юлия Георгиевна, доктор социологических наук, доцент (Украина)
Султанова Дилшода Намозовна, доктор архитектурных наук (Узбекистан)
Узаков Гулом Норбоевич, доктор технических наук, доцент (Узбекистан)
Федорова Мария Сергеевна, кандидат архитектуры (Россия)
Хоналиев Назарали Хоналиевич, доктор экономических наук, старший научный сотрудник (Таджикистан)
Хоссейни Амир, доктор филологических наук (Иран)
Шарипов Аскар Калиевич, доктор экономических наук, доцент (Казахстан)
Шуклина Зинаида Николаевна, доктор экономических наук (Россия)

На обложке изображен *Вилейанур Субраманиан Рамачандран* (1951), индийский невролог, психолог, доктор медицины, доктор философии, директор Исследовательского центра высшей нервной деятельности (Center for Brain and Cognition), профессор психологии и нейрофизиологии Калифорнийского университета (Сан-Диего), адъюнкт-профессор биологии Солковского института (Salk Institute).

Рамачандран родился в 1951 году в штате Тамилнад (Южная Индия) в семье дипломатов и ученых. В 1974 году окончил Медицинский колледж Стэнли в Мадрасе. В 1978 году получил степень PhD (философия) в Тринити-колледже Кембриджского университета. В течение двух лет работал в Калифорнийском технологическом институте. С 1998 года Вилейанур Рамачандран — профессор психологии и нейрофизиологии Калифорнийского университета в Сан-Диего.

В начале научной карьеры Рамачандран занимался изучением того, как человеческий мозг обрабатывает визуальную информацию. Затем его интересы сместились в область кортикальной пластичности, он исследовал такие феномены, как фантомная конечность, синдром нарушения целостности восприятия собственного тела, синдром Капгра.

Рамачандран является сторонником теории зеркальных нейронов. Он считает, что их открытие является наиболее важным в истории неврологии последнего десятилетия. Он предпола-

гает, что исследование зеркальных нейронов поможет объяснить многие явления человеческой психики. Рамачандран также предположил, что зеркальные нейроны могут стать ключом к пониманию неврологических основ человеческого сознания и языка.

Вилейанур Рамачандран опубликовал более 120 статей в научных журналах. Он является автором нашумевшей книги *Phantoms in the Brain* («Фантомы мозга»), которая переведена на восемь языков и стала основой для сценария одноименного двухсерийного фильма на Channel 4 Британского телевидения и на PBS в США.

Рамачандран награжден золотой медалью Нидерландской королевской академии наук за заметный вклад в нейрофизиологию, золотой медалью Австралийского национального университета, а также удостоен почетного президентского звания Американской академии неврологии (American Academy of Neurology). Ему присужден орден Падма бхушан — одна из высших гражданских государственных наград Индии, знак признания выдающегося служения нации.

Журнал *Newsweek* назвал его членом «Клуба века» — одним из сотни самых выдающихся людей XXI столетия.

*Информацию собрала ответственный редактор
Екатерина Осянина*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Аблабеков Б. С., Курманбаева А. К., Карыбекова М. И. О разрешимости обратной задачи определения функции источника для двумерного псевдопараболического уравнения.....	1
---	---

ХИМИЯ

Комарицкий А. М. Характеристика способов получения соевого белкового концентрата: преимущества и недостатки.....	5
--	---

БИОЛОГИЯ

Нурлыгаянова Л. А. Микробиом желудочно-кишечного тракта куриц.....	8
--	---

МЕДИЦИНА

Абдурахмонов С. А., Махкамов Ф. В., Нобутаева М. К., Уралбаев Х., Абдуразаков Х. Т. Современное значение биосенсоров в медицине	11
Абдурахмонов С. А., Нормаматов С. Ф., Абдуразаков Х. Т., Абдурахмонов Х. А. Достижения дистанционного здравоохранения в электронике	14
Баракина Д. М., Куликова Д. А. Отношение к эвтаназии в современном мире, аргументы за и против.....	16
Долгорукова О. А., Загребина Д. С., Мохамед М. З. М. Современные методы реабилитации после переломов и травм: как вернуться к активной жизни быстрее	18

Дубровина С. С., Овчинникова Е. С., Попова З. Ш. 3D-технологии как инновационный инструмент в лечении переломов верхней конечности в травматологии.....	21
Захарова Е. Ю., Гаджибалаева З. Ф. Современный взгляд на тотальное эндопротезирование коленного сустава.....	24
Кожевникова А. К., Мелькова А. В. Применение ЭМГ-БОС тренировок в восстановительном лечении сколиоза и деформаций стоп	27
Latipova K. D. The role of information technology in medicine ...	29
Мамедова Г. В. Лечебная гимнастика: путь к здоровью и душевному равновесию	32
Мищук А. С., Сазонова Д. М., Домарев М. А. Современные методы лечения минно-взрывных травм, полученных в боевых условиях.....	33
Перевозчикова В. А., Пинжанина Ю. В., Богданова И. А. Особенности диагностики и лечения коксартроза	36
Погарцева А. М., Сейтшаева А. А., Склюева К. В. Острый компартмент-синдром: лечение и осложнения	40
Протопопова В. Л., Смирнова А. П., Логунова С. Р. Разрыв лонного сочленения при беременности и родах	44
Сайтова Е. Э., Юдинцева Е. А. Жидкие кристаллы в условиях альтерации	47
Шалагинова Д. С., Игонина А. С., Легонькова Е. А. Влияние физической активности и адаптационных реакций организма на риск развития травм у спортсменов.....	52

Шеремет М. И.
Особенности течения острого коронарного
синдрома у лиц молодого возраста,
перенесших COVID-1956

ЭКОЛОГИЯ

Машекенов М. Р.
Пластиковые отходы как загрязнители океана ... 59

МАТЕМАТИКА

О разрешимости обратной задачи определения функции источника для двумерного псевдопараболического уравнения

Аблабеков Бактыбай Сапарбекович, доктор физико-математических наук, профессор
Кыргызский национальный университет имени Жусупа Баласагына (г. Бишкек, Кыргызстан)

Курманбаева Айнура Кудайбергеновна, кандидат физико-математических наук, доцент
Кыргызский государственный технический университет имени И. Раззакова (г. Бишкек, Кыргызстан)

Карыбекова Мунара Ишенбековна, студент магистратуры
Кыргызский национальный университет имени Жусупа Баласагына (г. Бишкек, Кыргызстан)

Работа посвящена исследованию одной линейной обратной задачи определения источника для двумерного псевдопараболического уравнения. Обратная задача заключается в нахождении функции источника, не зависящей от одной пространственных переменных из начально-краевой задачи в двумерном псевдопараболическом уравнении по переопределению во внутренней точке. Доказывается однозначная разрешимость рассматриваемой задачи.

Ключевые слова: псевдопараболическое уравнение, обратная задача, неизвестный источник, переопределение во внутренней точке.

On the solvability of the inverse problem of determining the source function for a two-dimensional pseudoparabolic equation

Ablabekov Baktybay Saparbekovich, doctor of physical and mathematical sciences, professor
Kyrgyz National University named after Zhusup Balasagyn (Bishkek, Kyrgyzstan)

Kurmanbayeva Ainura Kudaibergenovna, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov (Bishkek, Kyrgyzstan)

Karybekova Munara Ishenbekovna, student master's degree
Kyrgyz National University named after Zhusup Balasagyn (Bishkek, Kyrgyzstan)

The work is devoted to the study of one linear inverse problem of determining the source for a two-dimensional pseudoparabolic equation. The inverse problem consists of finding a source function independent of one spatial variable from the initial boundary value problem in a two-dimensional pseudoparabolic equation by redefinition at an interior point. The unique solvability of the problem under consideration is proved.

Key words: pseudoparabolic equation, inverse problem, unknown source, redefinition at an interior point.

В этой работе рассматривается задача идентификации функции источника, которое не зависит от одной из пространственных переменных. Дополнительное условие задается на плоскости, ортогональной той переменной, от которой искомый коэффициент не зависит.

В работе [1] изучены различные прямые и обратные задачи для псевдопараболического уравнения. А в работах [2–4] для двумерного псевдопараболического уравнения исследованы вопросы о построении фундаментального решения и с ее помощью изучены различные прямые задачи. В работах [5–6] исследованы одномерные и двумерные обратные задачи для псевдопараболического уравнения.

Введем обозначение:

$C^{(n,m)}(Q_T)$ — пространство функций $v(x, t)$, определенных в Q_T и таких, что

$$\frac{\partial^{k+l} v}{\partial x^k \partial t^l} \in C(Q_T) \text{ при } 0 \leq k \leq n, \quad 0 \leq l \leq m;$$

$M_\gamma(Q_T)$ — класс функций $v(x, t)$, заданных на Q_T , для которых имеет место оценка;

$|v(x, t)| \leq \beta \exp\{\gamma|x|\}$, $x \in R$, $0 \leq t \leq T$, $\gamma \geq 0$ — вещественное число, $\beta = const > 0$;

$M_\gamma(R)$ — класс функций $f(x)$, для которых имеет место оценка $|f(x)| \leq \beta \exp\{\gamma|x|\}$, $x \in R$, $\beta = const > 0$;

$C_{M_\gamma}^{(n,m)}(Q_T)$ — множество функций из $C^{(n,m)}(Q_T)$, которые вместе со своими производными вплоть до порядка (n,m)

принадлежат $M_\gamma(Q_T)$, т. е. $\frac{\partial^{k+l}v}{\partial x^k \partial t^l} \in M_\gamma(Q_T)$ при $0 \leq k \leq n$, $0 \leq l \leq m$, аналогично определяется пространство $C_{M_\gamma}^{(n)}(R)$;

Пусть $D_T = \{(x, z, t) : (x, z) \in R^2, 0 < t \leq T\}$, $\Pi_T = \{(x, z, t) : x \in R, 0 < t \leq T\}$.

Постановка задачи. Рассмотрим в области D_T задачу Коши

$$u_t = (u_t + u)_{xx} + (u_t + u)_{zz} + f(x, t)h(x, z, t), \quad (x, z, t) \in D_T, \tag{1}$$

$$u(x, z, 0) = u_0(x, z), \quad (x, z) \in R^2, \tag{2}$$

где $u_0(x, z)$, $h(x, z, t)$ — действительные заданные функции.

Обратная задача. Требуется найти пару функций $\{u(x, z, t), f(x, t)\}$

из соотношений (1)–(2), если она удовлетворяют следующим условиям переопределения

$$u(x, 0, t) = \psi(x, t), \quad (x, t) \in \bar{\Pi}_T. \tag{3}$$

Теорема 1. Пусть функции $u_0(x, z) \in C_b^2(R^2)$ абсолютно интегрируемы со всеми производными вплоть до второго порядка на R^2 , $\psi(x, t) \in C_{M_\gamma}^2(\bar{\Pi}_T)$ и для функций $u_0(x, z)$, $\psi(x, t)$ выполнены условия согласования $u_0(x, 0) = \psi(x, 0)$, кроме того, $h(x, z, t) \in C_b(\bar{D}_T)$, $|h(x, 0, t)| \geq h_0 > 0$ на $\bar{\Pi}_T$. Тогда существует единственное решение обратной задачи (1)–(3).

Доказательство. Для доказательства теоремы сначала приведем задачу (1)–(3) к некоторой вспомогательной задаче.

Положив $z = 0$ в (1), и учитывая (3), получим

$$\psi_t(x, t) = (\psi_t(x, t) + \psi(x, t))_{xx} + (u_t + u)_{zz}(x, 0, t) + f(x, t)h(x, 0, t).$$

или

$$f(x, t) = a(x, t) - (u_t + u)_{zz}(x, 0, t)/h(x, 0, t), \tag{4}$$

где

$$a(x, t) = [\psi_t(x, t) - (\psi_t(x, t) + \psi(x, t))_{xx}]/h(x, 0, t).$$

Подставляя (4) в (1), имеем

$$u_t = (u_t + u)_{xx} + (u_t + u)_{zz} - \frac{h(x, z, t)}{h(x, 0, t)}(u_t + u)_{zz}(x, 0, t) + a(x, t)h(x, z, t). \tag{5}$$

Пусть

$$w(x, y, t) = \frac{1}{2\pi} \int_R u(x, z, t) e^{-izy} dz \equiv (Fu)(x, z, t), \tag{6}$$

$$u(x, z, t) = \frac{1}{2\pi} \int_R w(x, y, t) e^{izy} dy \equiv F^{-1}(w)(x, z, t). \tag{7}$$

Применяя к уравнению (5) преобразование Фурье по переменной z , и учитывая то, что

$$(u_t + u)_{zz}(x, 0, t) = - \int_R y^2 (w_t + w)(x, y, t) dy,$$

получим

$$w_t = (w_t + w)_{xx} - y^2 (w_t + w) - A(w_t + w)(x, y, t) + a(x, t)\tilde{h}(x, y, t), \tag{8}$$

$$w(x, y, 0) = w_0(x, y), \tag{9}$$

где

$$\tilde{h}(x, y, t) = \frac{1}{2\pi} \int_R h(x, z, t) e^{-izy} dz,$$

$$w_0(x, y) = \frac{1}{2\pi} \int_R u_0(x, z) e^{-izy} dz.$$

$$A(w)(x, t) = - \frac{\tilde{h}(x, y, t)}{h(x, 0, t)} \int_{-\infty}^{\infty} y^2 w(x, y, t) dy.$$

Далее будем исследовать задачу (8), (9).

Используя фундаментальное решение оператора

$Lw = w_t - (w_t + w)_{xx}$, построенное в [1], задачу (8)-(9) заменим интегральным соотношением

$$w(x, y, t) = b(x, y, t) - \int_0^t \int_{-\infty}^{+\infty} \mathfrak{S}(x - \xi, t - \tau) [y^2(w_t + w) + A(w_t + w)](x - \xi, y, t - \tau) d\xi d\tau, \tag{10}$$

где

$$\mathfrak{S}(x, t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{\xi^2 + 1} e^{-\frac{\xi^2}{\xi^2 + 1}t + i\xi|x|} d\xi,$$

$$b(x, y, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \mathfrak{S}(x - \xi, t) w_0(\xi, y, t) d\xi + \int_0^t \int_{-\infty}^{+\infty} \mathfrak{S}(x - \xi, t - \tau) a(\xi, \tau) \tilde{h}(\xi, y, \tau) d\xi d\tau.$$

Введем новую неизвестную функцию $w_t + w = V$. Тогда уравнение (8) можно переписать в виде

$$-V_{xx} + (1 + y^2)V = \int_0^t e^{-(t-\tau)} V(x, y, \tau) d\tau - A(V)(x, y, t) + c(x, y, t), \tag{11}$$

где

$$c(x, y, t) = a(x, t) \tilde{h}(x, y, t) + e^{-t} w_0(x, y).$$

Обращая в уравнении (11) оператор $-\frac{\partial^2}{\partial x^2} + (1 + y^2)$, получим

$$\begin{aligned} V(x, y, t) &= E(x, t) * \left[\int_0^t e^{-(t-\tau)} V(x, y, \tau) d\tau - A(V)(x, y, t) + c(x, y, t) \right] = \\ &= \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} \left[\int_0^t e^{-(t-\tau)} V(\xi, y, \tau) d\tau - A(V)(\xi, y, t) \right] d\xi + F(x, y, t), \end{aligned} \tag{12}$$

где

$$E(x, t) = \theta(t) \frac{sh\sqrt{1+y^2}x}{\sqrt{1+y^2}},$$

$$F(x, y, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} c(\xi, y, t) d\xi + \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}} w_0(\xi, y) d\xi.$$

Систему уравнений (9), (10) перепишем в виде

$$w(x, y, t) = b(x, y, t) - \int_0^t \int_{-\infty}^{+\infty} \mathfrak{S}(x - \xi, t - \tau) [y^2V + AV](x - \xi, y, t - \tau) d\xi d\tau, \tag{13}$$

$$\begin{aligned} V(x, y, t) &= \int_0^t \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} K_1(x, \xi, y, t - \tau) V(\xi, y, \tau) dy d\xi d\tau + \\ &+ \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} K_2(x, \xi, y, t) V(\xi, y, t) dy d\xi + F(x, y, t), \end{aligned} \tag{14}$$

где

$$K_1(x, \xi, y, t - \tau) = e^{-(t-\tau)} \frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi))}{\sqrt{1+y^2}}$$

$$K_2(x, \xi, y, t) = -\frac{sh(\sqrt{1+y^2}(x-\xi)) \tilde{h}(\xi, y, t) y^2}{\sqrt{1+y^2} h(\xi, 0, t)}.$$

Система (13), (14) представляет собой систему линейных интегральных уравнений второго рода. Из наложенных ограничений на $u_0(x, z)$ следует, что функция $w_0(x, y)$ является ограниченной и непрерывной на R^2 . В условиях теоремы эта система имеет единственное решение. Сначала из (14) находим функцию $V(x, y, t)$, затем из (11), (7) находим $w(x, y, t)$ и $u(x, z, t)$.

Теорема 1 доказана.

Замечание 1. Для задачи (1) — (3) можно доказать теорему устойчивости в целом.

Литература:

1. Аблабеков Б. С. Обратные задачи для псевдопараболических уравнений. — Бишкек: Илим, 2001. — 183 с.
2. Аблабеков Б. С. Решение двумерной задачи фильтрации жидкости // Вестн. Кыргызск. гос. нац. ун-та. Сер. естественно-техн. науки. — Бишкек. 1999. — Вып.1, Ч. 1.-С. 61–65.
3. Аблабеков Б. С. Фундаментальное решение задачи Коши для двумерного уравнения фильтрации жидкости в трещиновато-пористой среде//Известия КГТУ им.И.Раззакова, № 9, Бишкек 2009. — С. 8–101.

4. Аблабеков Б. С., Байсеркеева А. Б. Явное решение задачи Коши для двумерного псевдопараболического уравнения // Известия вузов Кыргызстана. 2015. № 10. С. 3–7.
5. Аблабеков Б. С. Двумерная обратная задача для псевдопараболического уравнения третьего порядка // Вестник КазНПУ им.Абая, сер.физ.-математ.науки, № 2(13)2005.— С. 13–19.
6. Аблабеков Б. С., Байсеркеева А. Б. Обратная задача определения источника в двумерном псевдопараболическом уравнении. Случай задачи Коши // Современные проблемы физико-математических наук. Материалы III Международной научно-практической конференции 23–26 ноября 2017 г., Орел.— С.11–14.

ХИМИЯ

Характеристика способов получения соевого белкового концентрата: преимущества и недостатки

Комарицкий Александр Михайлович, студент магистратуры
Научный руководитель: Дубцова Галина Николаевна, доктор технических наук, профессор
Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ) (г. Москва)

В статье автор дает характеристику трех методов получения соевого белкового концентрата: кислотной промывки белого лепестка или муки, спиртовой экстракции белого лепестка 20–80-процентным раствором этилового спирта и термопластической экстракции. По результатам анализа каждого метода выявлены достоинства и недостатки способов.

Ключевые слова: соя, белый лепесток, экстракция, соевый белковый концентрат.

Соевый белковый концентрат — очищенный белковый продукт, содержащий не менее 65 и не более 90% белка на сухое вещество [1]. Отличительной особенностью их химического состава является наличие олигосахаридов в количестве не более 8% от массы шрота.

Технологии получения концентратов предусматривает три способа очистки белков от углеводов:

- кислотная промывка белого лепестка или муки при pH 4,5;
- экстракция белого лепестка 20–80% водным раствором этилового спирта;
- денатурация белка посредством влаготепловой обработки водой и последующей экстракцией водой.

В результате использования экстрагентов, не растворяющих большинство белков, можно удалить нежелательные вещества, большую часть водорастворимых углеводов и минеральных веществ, не теряя при этом белок. Белковые концентраты традиционно получают из обезжиренного соевого лепестка, используя непрерывно–противоточный цепной или ленточный экстрактор. Сушку продукта проводят с помощью вакуумной сушилки и измельчения или системы газовой трубы. При применении в качестве сырья для производства белковых концентратов соевой муки, полученной из белого лепестка, ее суспендируют в растворителе, концентрируют на декантерах (отстойниках для отделения твердых веществ при сцеживании), при необходимости повторно экстрагируют и сушат распылением на сопловых форсуночных сушилках или сушилках с роторной распылительной головкой.

Рассмотрим каждый процесс подробнее.

Белый лепесток — самостоятельный коммерческий продукт. Его могут получать переработчики соевых семян на масло, снабжающие производителей соевого белка, но сами не производящие соевую муку, концентрат или изолят. Большинство соевых продуктов в мире производят из белого лепестка.

Типичный процесс кислотной промывки характеризуется соотношением воды и лепестка (или муки) в пределах 10–20:1. Экстракцию осуществляют в течение 30–45 мин при температуре 40°C. Для отделения твердой фракции используют декантеры или центрифуги, при необходимости проводят повторную промывку и центрифугирование. После вымывания и удаления растворимых сахаров и минеральных элементов pH влажного кислого тестообразного осадка доводят до 6,8, используя гидроксид калия или кальция, и подвергают его сушке распылением при температуре на входе и выходе сушилки 157 и 86°C соответственно. Нейтрализованные концентраты, полученные таким образом, имеют более высокое содержание водорастворимых белков в сравнении с концентратами, полученными методами спиртовой экстракции или термоденатурации. В концентратах, полученных с помощью кислотной или горячей промывки, содержится меньшее количество минеральных веществ [3].

Для извлечения белка из соевого белого лепестка (БЛ) возможно применение двух методов экстракции — кислотной и щелочной. Причем каждый из этих способов имеет свои достоинства и недостатки. К недостатку щелочной экстракции относится образование токсичных D-форм аминокислот, а также высокое содержание в экстракте окрашенных соединений, образующихся в ходе реакции Майяра за счет реакций конденсации белков с углеводами. Преимуществом щелочной экстракции является низкая, по сравнению с кислотной, степень загрязнения экстракта минеральными примесями. К достоинствам же кислотной экстракции следует отнести меньшую степень деструкции аминокислот и образования токсичных энантиомеров, а также возможность получения менее окрашенных гидролизатов. Таким образом, можно сделать вывод о том, что и кислотная и щелочная экстракция, в принципе, могут быть использованы для извлечения белка из сои, однако, следует обратить внимание на качество получаемых продуктов

Рассматривая спиртовую экстракцию белого лепестка 20–80% — ным водным раствором этилового спирта, отметим, что в настоящее время 90% мирового производства соевых концентратов получают данным методом — спиртовой экстракцией.

Обезжиренный лепесток, муку или крупу промывают 20–80%-ным водным раствором спирта. Белки и полисахариды не растворяются в спирте, в то время как сахара и другие ком-

поненты растворяются и удаляются. Полученный концентрат белка затем нейтрализуют и высушивают. Использование дистилляции позволяет регенерировать спирт и повторно применять его в технологическом процессе. Впервые процесс спиртовой экстракции был описан в 1962 и запатентован в 1965 году (США). В последующие годы процесс модифицировался и совершенствовался [2].

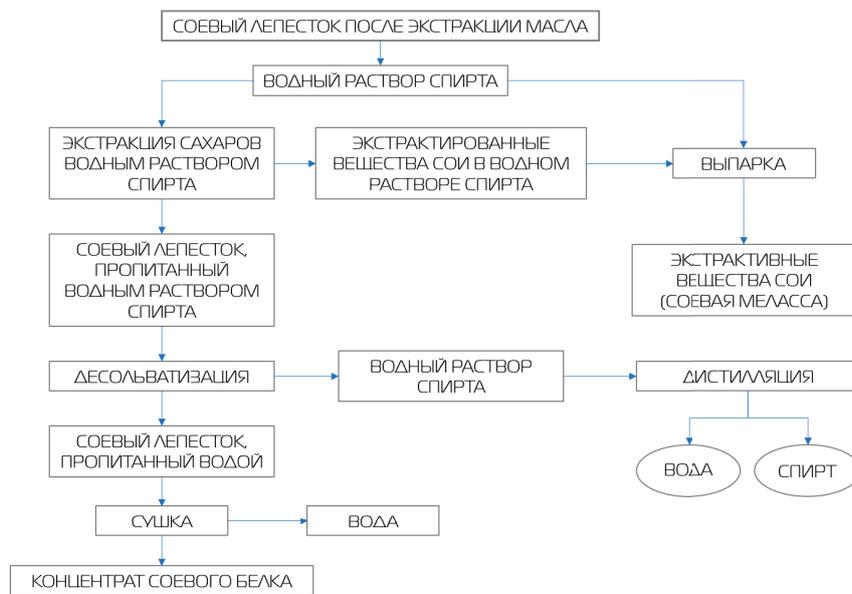


Рис. 1. Схема производства соевого концентрата методом спиртовой экстракции

Преимущества технологии спиртовой экстракции:

- извлечение растворимых углеводов;
- высокая переваримость белка;
- качественно хороший аминокислотный профиль;
- снижение содержания антипитательных факторов;
- низкое содержание антигенов;
- готовый продукт имеет улучшенные санитарно-гигиенические характеристики;
- увеличение срока годности.

Недостатком способа является применение спирта для экстракции биологически активных веществ, что ограничивает сферу применения соевого белкового концентрата. Для получения соевого белкового концентрата данным методом пригодны сорта сои с содержанием белка не ниже 41% и масличностью менее 20%.

Характеристика следующего способа связана с тем, что соевый белок производится из полуобезжиренной соевой муки методом термопластической экструзии. Полуобезжиренная соевая мука получается механическим способом без использования органических растворителей [5].

Метод экструзии включал комбинированное воздействие давления, температуры и интенсивной механической обработки на белковое сырье с последующим формованием путем принудительного пропускания через фильеры. Необходимые условия экструзионной обработки: увлажнение и пластификация сырья, получение расплава биополимеров, денатурация

белков и клейстеризация крахмалов, структурирование расплава под действием сил сдвига и растяжения, его охлаждение и формование. Предварительно увлажненное и перемешанное сырье попадало в зону питания, где оно нагревалось до температуры 60...80°C. При такой температуре и содержании воды до 30% биополимеры пластифицировались и переходили из стеклообразного состояния в высокоэластичное. В зоне плавления, в которой температура поддерживалась 150...190°C, материал переходил в вязкотекучее состояние, образуя расплав биополимеров. Интенсивное структурообразование расплавов биополимеров протекало под действием сил сдвига и растяжения в головке экструдера и фильере. При получении экструдатов пористой макроструктуры использовали короткие неохлаждаемые фильеры. При выходе расплавов биополимеров через такие фильеры происходил резкий сброс давления, что приводило к «взрывному» испарению воды и образованию пористой макроструктуры. Полученный продукт нарезали на небольшие куски и подвергали дополнительной сушке.

Преимуществом и уникальностью данной технологии заключается в том, что она позволяет производить продукт — текстурированный соевый белок — из цельных соевых бобов за один производственный цикл при малых производственных мощностях.

Единственным недостатком являются дополнительные расходы на размалывающую машину или вальцовую мельницу. Однако, они компенсируются экономией на износе деталей. До-

полнительное энергопотребление компенсируется снижением энергопотребления экструдера и повышением производительности. К этому следует добавить экономию на износе деталей и повышение качества продукта.

Литература:

1. Бычкова Е. А., Борисова А. В. Белковые концентраты сои: технологии производства и перспективы применения // Ползуновский вестник. 2021. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/belkovye-kontsentraty-soi-tehnologii-proizvodstva-i-perspektivy-primeneniya> (дата обращения: 14.03.2024).
2. Жданова П. А., Демина Л. Н., Меньшикова В. К. Технология водно-спиртового экстрагирования растительного сырья // ТППП АПК. 2020. № 2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-vodno-spirovogo-ekstragirovaniya-rastitelnogo-syrya> (дата обращения: 14.03.2024).
3. Мандреа А. Г. Технология и оборудование для получения соевых белков из белого лепестка // Пищевая промышленность. 2005. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-i-oborudovanie-dlya-polucheniya-soevyh-belkov-iz-belogo-lep-estka> (дата обращения: 14.03.2024).
4. Соевый дисбаланс. Журнал «АгроИнвестор» 2016 — URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/> (дата обращения: 14.03.2024).
5. Тюрина, Л. Е. Использование и переработка сои: учеб. пособие / Л. Е. Тюрина, Н. А. Табаков; Краснояр. гос. аграр. ун-т.— Красноярск, 2008.— 90 с.

БИОЛОГИЯ

Микробиом желудочно-кишечного тракта кур

Нурлыгаянова Людмила Азатовна, студент магистратуры
Казанский (Приволжский) федеральный университет

Нормальное функционирование желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и микробная составляющая кишечника кур способствуют усвоению питательных веществ, развитию иммунной системы и устойчивости к различным заболеваниям. Роль микробиоты кишечника кур и ее исследование играет большую роль в поддержании здоровья и высокого набора массы птицы. Современные методы секвенирования помогают получить наиболее точные и быстрые результаты состава микробиоты ЖКТ кур. С помощью таких исследований можно корректировать рацион питания птиц, учитывая не только особенности ЖКТ, но и возраст кур. Такие манипуляции необходимы для получения качественного мяса птицы и яиц, что увеличивает безопасность их потребления человеком. В статье рассматриваются функционирование ЖКТ птиц и факторы, влияющие на разнообразие микробиома кишечника.

Ключевые слова: микробиом кишечника, желудочно-кишечный тракт, бактерии, микробное сообщество, короткоцепочечные жирные кислоты.

В последние годы наблюдается рост потребления мяса птицы. Курятина содержит в много быстро разлагаемого белка. Содержание птиц не такой уж дорогой бизнес, но для получения качественного мяса необходимо тщательно следить за питанием кур и подбирать качественные корма и добавки. Качество кормовых компонентов напрямую влияет на микробиом кишечника птиц, который в свою очередь населен сложными микробными сообществами, в которых доминируют бактерии.

Микробиом кишечника может образовывать защитный барьер, прикрепляясь к эпителиальным стенкам энтероцита, и, таким образом, уменьшать возможность колонизации патогенных бактерий. Эти бактерии вырабатывают витамины, короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), органические кислоты и противомикробные соединения, снижают уровень триглицеридов и вызывают непатогенные иммунные реакции, которые обеспечивают как питание, так и защиту животного [20]. С другой стороны, микробиом ЖКТ также может быть источником бактериальных патогенов, таких как сальмонелла и кампилобактер, которые могут распространяться среди людей или действовать как пул устойчивости к антибиотикам и передачи и, тем самым, могут подвергать опасности здоровье населения [5].

Нормальный микробиом может влиять на ЖКТ кур как положительно, так и отрицательно. Положительное влияние комменсального микробиома определяется конкурентным исключением патогенов или неместных микробов, иммунной стимуляцией и программированием, а также вклад в питание кур. Кроме того, комменсальный микробиом может стимулировать развитие иммунной системы, включая слой слизи, эпителиальный монослой, иммунные клетки и собственную пластинку. Эти ткани создают барьеры между курами и микро-

бами и борются с нежелательными кишечными микроорганизмами. В дистальных отделах кишечника (т.е. в слепой и толстой кишках) микробиом также производит энергию и питательные вещества, такие как витамины, аминокислоты и КЦЖК, из непереваренного корма, которые в конечном итоге становятся доступными для кур [2]. Эти КЦЖК обладают бактериостатическими свойствами, способными уничтожать патогены пищевого происхождения, такие как *Salmonella spp.* [13]. КЦЖК также являются источником энергии для птиц и могут дополнительно стимулировать пролиферацию эпителиальных клеток кишечника, тем самым увеличивая поверхность всасывания в желудочно-кишечном тракте [2]. Установлено также, что продукция КЦЖК снижает pH толстой кишки, что ингибирует превращение желчи во вторичные продукты желчи [1]. Кроме того, микробиом кишечника также способствует метаболизму азотистых соединений птицы. Например, бактерии слепой кишки могут превращать мочевую кислоту в аммиак, который впоследствии поглощается птицей и в дальнейшем используется для производства аминокислот, таких как глутамин [18]. Кроме того, часть азота из рациона включается в бактериальный клеточный белок, и, следовательно, сами бактерии могут быть источником белков или аминокислот [8].

Отрицательное влияние комменсального микробиома в ЖКТ птицы обуславливается тем, что в проксимальном отделе кишечника (желудок и тонкая кишка) микробы конкурируют с хозяином за энергию и белок, продуцируя токсичные метаболиты (например, катаболиты аминокислот) и катаболизируя желчные кислоты, которые могут подавлять рост и снижать усвояемость жира птиц соответственно [3]. В присутствии микробиома слой слизи кишечника увеличивает секрецию му-

цина и скорость обновления эпителиальных клеток, тем самым поддерживая смазку ЖКТ и предотвращая проникновение микроорганизмов в эпителиальные клетки кишечника хозяина. Иммунная система кишечника также более развита и секретирует IgA, который специфически связывается с бактериальными эпитопами, помогает регулировать бактериальный состав в кишечнике [9]. Хотя эти процессы в целом полезны, они увеличивают энергетическую и белковую потребность хозяина, что влияет на показатели роста птиц.

Качественный или количественный дисбаланс нормального микробиома в тонкой кишке, или дисбактериоз, может привести к последовательной реакции в ЖКТ, включая снижение барьерной функции кишечника (например, истончение стенки кишечника) и плохую усвояемость питательных веществ, что в свою очередь приводит к увеличению риска бактериальной транслокации и воспалительным реакциям. Источниками дисбактериоза могут выступить как неинфекционные, так и инфекционные стрессоры. К неинфекционным факторам относятся стрессовые факторы окружающей среды, дисбаланс и изменения в рационе питания, микотоксины, ферментативная дисфункция или генетика хозяина [17]. Инфекционные факторы включают вирусы и бактерии, кокцидиоз или токсичные метаболиты, продуцируемые вредными микроорганизмами, такими как *Clostridium perfringens*.

Микробиом ЖКТ можно разделить на микробиом просвета и микробиом слизистых оболочек. Состав микробиома просвета определяется доступными питательными веществами, наличием антимикробного вещества и скоростью прохождения корма. На состав микробиома, прикрепленной к слизистой оболочке, влияет несколько факторов хозяина, таких как экспрессия специфических участков адгезии на мембране энтероцитов, секреция секреторных иммуноглобулинов и скорость выработки слизи [15]. Просветный микробиом и микробиом слизистых оболочек также влияют друг на друга, поэтому важно понимать, что диета может изменять как просветный, так и прикрепленный к слизистой оболочке микробиом, влияя на здоровье кишечника.

В ЖКТ курицы содержится множество разнообразных бактерий. Каждая бактерия приспособлена к своей экологической нише и синергетически живет с другими видами бактерий в одном сообществе. Состав и функции бактериальных сообществ варьируются в зависимости от возраста птиц, расположения в ЖКТ и от компонентов рациона [11].

Возраст птиц является одним из важнейших факторов, влияющих на бактериальный состав ЖКТ, плотность клеток и метаболическую функцию. ЖКТ цыплят в возрасте 3 дней содержали *L. delbrueckii*, *C. perfringens* и *Campylobacter coli*, в то время как в возрасте от 7 до 21 дня чаще встречались *L. acidophilus*, *Enterococcus* и *Streptococcus*. В возрасте 28 и 49 дней желудочно-кишечный тракт содержит *L. crispatus*, но его состав значительно отличается от других возрастов [7]. В другой работе сукцессионные изменения в микробном сообществе кишечника, измеренные с помощью технологии высокопроизводительного секвенирования следующего поколения (HT-NGS), показали, что относительная численность клостридий была выше по мере старения птицы, в то время как лактобациллы были низкими на протяжении всего цикла роста. Такая вариабельность ре-

зультатов может быть обусловлена типами образцов (фекалии и слепой кишки) или традиционными микробиологическими и молекулярными методами, которые имеют ограниченный охват и точность по сравнению с высокопроизводительными платформами NGS, которые обеспечивают более широкий охват и глубину определения микробного сообщества [15].

ЖКТ курицы состоит из преджелудков, желудка, двенадцатиперстной кишки, тонкой кишки, подвздошной кишки, слепой кишки, толстой кишки и клоаки. Каждый участок ЖКТ имеет различные метаболические функции, которые формируют микробное сообщество, и поэтому важно учитывать место отбора проб и метод исследования [12]. Тем не менее, есть большие различия в микробном составе среди отдельных бройлеров, получавших одинаковую диету, из-за разницы во времени между кормлением и отбором проб. В желудке концентрация бактерий аналогична культуре, но бактериальная ферментационная активность низкая, в основном из-за низкого pH. Большинство бактерий в желудке — это лактобациллы, энтерококки, лактозонегативные энтеробактерии и колиформные бактерии [12]. Среди сегментов тонкой кишки бактериальная плотность самая низкая в двенадцатиперстной кишке из-за короткого времени прохождения и разжижения пищеварения секретируемой желчью [16]. Бактериальное сообщество двенадцатиперстной кишки в основном состоит из клостридий, стрептококков, энтеробактерий и лактобактерий [19]. Микробиом подвздошной кишки наиболее изучена среди сегментов тонкой кишки, она состоит из *Lactobacillus*, *Clostridiaceae*, *Streptococcus* и *Enterococcus*. По сравнению с подвздошной кишкой, слепая кишка содержит более разнообразное, богатое и стабильное микробное сообщество, включая анаэробов [14]. Разнообразие слепой кишки увеличивается в течение 6 недель, и таксономический состав сообщества быстро смещается от *Proteobacteria*, *Bacteroides* и *Firmicutes* к почти полностью *Firmicutes* к 3-недельному возрасту [10]. Тем не менее *Firmicutes* наиболее распространены как в слепой кишке, так и в подвздошной кишке во всех возрастах (с 0 по 42 день), за исключением, что в 42 день в слепой кишке преобладают *Bacteroidetes* [6].

На состав микробиома ЖКТ птиц также влияют подходы к обработке кормов, кормовые компоненты и добавки. Например, мешанка снижает количество *Enterococcus spp.* и кишечной палочки, но увеличивает количество *Lactobacillus spp.* и *C. perfringens* в подвздошной кишке бройлера по сравнению с гранулированным кормом [4]. От кукурузы снижается количество клостридий, энтерококков и лактобактерий, тогда как от пшеницы повышается процент бифидобактерий G + C. Низкая численность *Firmicutes* и высокая численность *Bacteroidetes* с 0-го по 42-й день обнаружались, когда птицы были переведены со стартового рациона на конечный. Кроме того, кормовые добавки, такие как пребиотики, также могут влиять на состав и разнообразие микробиома кишечника курицы.

Таким образом, формирование микробиома ЖКТ кур является сложным и многофакторным процессом. При этом состав и функционирование микробиома ЖКТ кур влияет на процессы усваивания корма, набор массы, иммунный статус птицы. Управление микробиомом ЖКТ позволит привести к увеличению эффективности птицеводства.

Литература:

1. Christl S. U. et al. Bile acid metabolism by colonic bacteria in continuous culture: effects of starch and pH // *Annals of nutrition and metabolism*.— 1997.— Т. 41.— № 1.— С. 45–51.
2. Dibner J. J., Richards J. D. Antibiotic growth promoters in agriculture: history and mode of action // *Poultry science*.— 2005.— Т. 84.— № 4.— С. 634–643.
3. Gaskins H. R., Collier C. T., Anderson D. B. Antibiotics as growth promotants: mode of action // *Animal biotechnology*.— 2002.— Т. 13.— № 1.— С. 29–42.
4. Knarreborg A. et al. Effects of dietary fat source and subtherapeutic levels of antibiotic on the bacterial community in the ileum of broiler chickens at various ages // *Applied and environmental microbiology*.— 2002.— Т. 68.— № 12.— С. 5918–5924.
5. Kumar S. et al. Effect of antibiotic withdrawal in feed on chicken gut microbial dynamics, immunity, growth performance and prevalence of foodborne pathogens // *PloS one*.— 2018.— Т. 13.— № 2.— с. e0192450.
6. Lagkouvardos I., Overmann J., Clavel T. Cultured microbes represent a substantial fraction of the human and mouse gut microbiota // *Gut microbes*.— 2017.— Т. 8.— № 5.— С. 493–503.
7. Lu J. et al. Diversity and succession of the intestinal bacterial community of the maturing broiler chicken // *Applied and environmental microbiology*.— 2003.— Т. 69.— № 11.— С. 6816–6824.
8. Metges C. C. Contribution of microbial amino acids to amino acid homeostasis of the host // *The Journal of nutrition*.— 2000.— Т. 130.— № 7.— С. 1857S–1864S.
9. Mitchell M. A., Moretó M., Perry G. C. Absorptive function of the small intestine: adaptations meeting demand // *Avian gut function in health and disease*.— 2006.— С. 43–64.
10. Oakley B. B. et al. The chicken gastrointestinal microbiome // *FEMS microbiology letters*.— 2014.— Т. 360.— № 2.— С. 100–112.
11. Pan D., Yu Z. Intestinal microbiome of poultry and its interaction with host and diet // *Gut microbes*.— 2014.— Т. 5.— № 1.— С. 108–119.
12. Rehman H. U. et al. Indigenous bacteria and bacterial metabolic products in the gastrointestinal tract of broiler chickens // *Archives of animal nutrition*.— 2007.— Т. 61.— № 5.— С. 319–335.
13. Ricke S. C. Perspectives on the use of organic acids and short chain fatty acids as antimicrobials // *Poultry science*.— 2003.— Т. 82.— № 4.— С. 632–639.
14. Salanitro J. P., Blake I. G., Muirhead P. A. Studies on the cecal microflora of commercial broiler chickens // *Applied microbiology*.— 1974.— Т. 28.— № 3.— С. 439–447.
15. Shang Y. et al. Chicken gut microbiota: importance and detection technology // *Frontiers in veterinary science*.— 2018.— Т. 5.— С. 254.
16. Shapiro S. K., Sarles W. B. Microorganisms in the intestinal tract of normal chickens // *Journal of Bacteriology*.— 1949.— Т. 58.— № 4.— С. 531–544.
17. Teirlynck E. et al. Morphometric evaluation of «dysbacteriosis» in broilers // *Avian pathology*.— 2011.— Т. 40.— № 2.— С. 139–144.
18. Vispo C., Karasov W. H. The interaction of avian gut microbes and their host: an elusive symbiosis // *Gastrointestinal Microbiology: Volume 1 Gastrointestinal Ecosystems and Fermentations*.— Boston, MA: Springer US, 1997.— С. 116–155.
19. Waite D. W., Taylor M. W. Exploring the avian gut microbiota: current trends and future directions // *Frontiers in microbiology*.— 2015.— Т. 6.— С. 673.
20. Yegani M., Korver D. R. Factors affecting intestinal health in poultry // *Poultry science*.— 2008.— Т. 87.— № 10.— С. 2052–2063.

МЕДИЦИНА

Современное значение биосенсоров в медицине

Абдурахмонов Самандар Абдусамад угли, ассистент
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Махкамов Фарход Валижонович, ассистент
Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников (г. Ташкент, Узбекистан)

Нобутаева Малохат Курбановна, ассистент
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Уралбаев Хуршид, докторант
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова (Узбекистан)

Абдуразаков Хуршиджон Тургунбой Угли, ассистент
Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии (Узбекистан)

За прошедшее время наиболее ужасные трагедии человечества были связаны с пандемией и распространением инфекций. Бактериальные и вирусные инфекционные заболевания с фекально-оральным механизмом передачи ежегодно уносят жизни примерно 2 миллионов человек. Это в свою очередь привело к созданию и развитию биосенсоров. В последние годы появившиеся и активно развивающиеся технологии биосенсоров служат инновационными платформами для анализа биомаркеров инфекционного процесса, которые обладают доступной, быстрой и надежной работой, а также высоко специфическими и чувствительными средствами для своевременной и правильной диагностики бактериальных и вирусных заболеваний. Биосенсоры используются во многих областях, таких как сельское хозяйство и пищевая промышленность, мониторинг окружающей среды, биотехнологии, генная инженерия, фармакология, промышленность и, главным образом, медицина и здравоохранение. Наиболее перспективное их применение — в медицине и биомедицинской диагностике [1; 2]. Эта медико-санитарная проблема может стать решением при лечении хронических заболеваний, таких как диабет, рак, сердечно-сосудистые заболевания, респираторные заболевания, инсульт, ожирение и других. Благодаря развитию нанотехнологии можно наблюдать значительное уменьшение размеров биосенсоров и увеличение их точности. Это привело к расширению использования биосенсоров в медицинской сфере. Определение биомолекул, таких как антигены, антитела и ДНК, посредством наночастиц играет важную и растущую роль в развитии электрохимических биосенсоров.

Ключевые слова: биосенсор, биомедицина, молекулярная биология, нано технология, интеграция, диагностика, ДНК, углеродные нано трубки, ферменты.

Введение

В последние столетия человечество столкнулось с наиболее ужасными трагедиями, связанными с пандемиями и распространением инфекций, которые унесли жизни сотен миллионов людей. Несмотря на очевидные успехи глобальной системы здравоохранения, риск эпидемий известных, новых и повторяющихся инфекций остается серьезной угрозой для населения мира [3]. Бактериальные и вирусные инфекционные заболевания с фекально-оральным механизмом передачи ежегодно уносят жизни примерно 2 миллионов человек. Недавние вспышки ближневосточного респираторного синдрома, тяжелого острого респираторного синдрома и гриппа H5N1, а также увеличение устойчивости бактерий к антимикробным препаратам усилили необходимость поиска ранних и эффективных

диагностических средств. Расширение знаний о сложных биохимических процессах, лежащих в основе патогенеза инфекционных процессов, обусловило необходимость разработки более чувствительных и точных стратегий диагностики.

Это, в свою очередь, привело к созданию средств, основанных на выявлении молекулярных маркеров, профилировании без выращивания микроорганизмов, обогащении и выделении чистых культур — то есть биосенсоров. Недавние и активно развивающиеся технологии биосенсоров служат инновационными платформами для анализа биомаркеров инфекционных процессов, обладающими возможностью недорогой, быстрой и надежной работы, а также высоко-специфическими и чувствительными средствами для своевременной и правильной диагностики бактериальных и вирусных заболеваний [4]. Экономическая целесообразность и удобство использования этих

портативных аналитических систем полностью соответствуют современной глобальной концепции.

С начала 21-го века биосенсоры стремительно развиваются благодаря впечатляющим достижениям в области молекулярной биологии и нано технологий. За последние 10–15 лет исследования и разработки этих высокоселективных аналитических устройств, стали популярным и одним из наиболее активно развивающихся биотехнологических трендов. Биосенсоры находят применение в сельском хозяйстве и пищевой промышленности, экологическом мониторинге, биотехнологии, генетической инженерии, фармакологии и, в основном, в медицине и здравоохранении благодаря своей способности решать ряд аналитических задач [5; 7]. В сельском хозяйстве биосенсоры применяются в виде ферментативных биосенсоров для определения пестицидов, орган фосфатов и карбонатов, микробных биосенсоров для измерения метана и аммиака, а также бактериальных биосенсоров для контроля качества сточных вод. В пищевой промышленности биосенсоры используются для измерения аминокислот, углеводов, неорганических ионов, спиртов, кислот и других веществ [6].

Несмотря на многочисленные области применения, наиболее перспективное использование биосенсоров связано с медициной и биомедицинской диагностикой, поскольку существует необходимость в новых и усовершенствованных устройствах с чувствительностью, специфичностью, надежностью и биосовместимостью для диагностики, мониторинга и лечения различных заболеваний. Эти потребности связаны с решением медицинских и здравоохранительных проблем, включая хронические заболевания, такие как диабет, рак, сердечно-сосудистые заболевания, респираторные заболевания, инсульт, ожирение и другие.

Таким образом, измерения в области здравоохранения связаны с контролем таких метаболитов крови, как глюкоза, лактам и карбамид, а также биомаркеров рака, фолиевой кислоты, биотина, витамина B₁₂ и пантотеновой кислоты. Разработчики биосенсоров уделяют большое внимание созданию устройств, для здравоохранения. Эта технология широко используется в больницах, так как она может отслеживать артериальное давление, уровень глюкозы и частоту сердечных сокращений. Технология также полезна для врачей, которые проводят диагностические тесты в режиме реального времени [8]. Первое внедрение биосенсоров в медицину произошло в 1962 году, когда Леланд Кларк и Чеп Лайонс разработали амперметрический ферментный электрод для глюкозного сенсора. Эти платиновые электроды определяли концентрацию кислорода в окружающей среде путем измерения изменения ферментативной активности глюкоз оксидазы, заключенной в мембране диализа на электроды, в зависимости от концентрации кислорода. С тех пор глюкозные биосенсоры остаются наиболее широко распространенными, и с целью улучшения чувствительности, селективности и многоканальности для медицины были разработаны многие другие биосенсоры.

Еще одной особенностью биосенсоров является их интеграция с цифровыми таблетками. Пациент принимает таблетку, которая активируется желудочным соком. Компания «Gildad» разработала такую таблетку для лечения ВИЧ. После ее приема

пациент получает уведомление на смартфоне, а биосенсоры передают данные в облако. Требование постоянного мониторинга жизненных показателей направлено на решение проблем, связанных с обычной необходимостью госпитализации и наблюдения за пациентом [9]. В связи с этим были проведены исследования по разработке и созданию медицинских приборов для имплантации и ношения на коже. В этих устройствах часто отслеживаются электрические сигналы сердца, артериальное давление, частота сердечных сокращений, уровень глюкозы в крови и эффективность дыхания. Эти достижения обеспечивают пациенту свободу передвижения и постоянный поток диагностических данных для медицинского мониторинга. В последнее время растет интерес к использованию биосенсоров в тканевой инженерии, особенно в микро флюидных тканевых инженерных моделях, поскольку они помогают обнаруживать специфические биологические молекулы в миниатюрных тканевых конструкциях в режиме реального времени с помощью сверхчувствительных оптических, электрохимических или акустических систем.

В медицине и биомедицине биосенсоры должны быть очень точными, надежными и обладать высокой долгосрочной стабильностью при минимальных колебаниях, а также быть устойчивыми к механическим нагрузкам, возникающим в результате пульсирующего кровотока. Кроме того, имплантируемые или носимые медицинские устройства также должны быть компактными, чтобы избежать дискомфорта для пациента и больших размеров, особенно при работе в ограниченных пространствах, таких как кровеносные сосуды, легкие или мозг [10]. Кроме того, биосенсоры не должны влиять на измеряемую среду или благополучие пациента. Несмотря на технологические сложности, общая черта имплантируемых и носимых устройств заключается в том, что они позволяют собирать данные о жизненных показателях (таких как частота сердечных сокращений, частота дыхания, температура кожи) и в конечном итоге обеспечивать мониторинг здоровья пациентов в течение длительного времени. Применение быстрых, чувствительных и недорогих автономных сенсоров в лабораторной практике ожидается в ближайшем будущем, что приведет к появлению самых передовых достижений в различных биотехнологических областях, включая здравоохранение. Биосенсоры показали огромные возможности для использования в медицинской лабораторной диагностике, а также для мгновенного выявления нескольких признаков бактериальных и вирусных инфекций в режиме реального времени. Микроорганизмы состоят из широкого спектра макромолекул, обладающих электрохимический активными группами, которые могут вступать в реакцию с электронами поверхности электродов. Контроль этих процессов с помощью физических и химических методов позволяет выявлять и исследовать инфекционные патогены. В этом случае изменения температуры и pH используются в качестве дополнительных аналитических данных [5.11]. Благодаря этим свойствам биосенсоры рассматриваются как мощная диагностическая технология для выявления инфекционных заболеваний на ранней стадии, мониторинга развития патологических процессов и проведения эпидемиологических исследований в рамках стратегий медицинской помощи.

Поскольку планы лечения и диагностики являются важными факторами прогноза заболевания, разработка инновационных стратегий для целевых областей и задач, которые не могут быть решены этими общепринятыми методами в медицине, является крайне важной. Эта потребность стала основой для развития нано электроники. Развитие современной электроники и нано электроники привело к совершенствованию биосенсоров. Благодаря развитию нано технологий размеры биосенсоров значительно уменьшились, а их точность возросла. Это расширило масштаб использования биосенсоров в медицинской сфере. Определение биомолекул, таких как антигены, антитела и ДНК, с использованием нано частиц играет важную и растущую роль в развитии электрохимических биосенсоров. Биомолекулы, маркированные нано частицами, сохраняют свою биологическую активность. После связывания рецепторов, а налита и нано частиц для электрохимического определения концентрации, а налита, проводится определение его концентрации. Расплавление маркеров нано частиц (в основном металлических и полупроводниковых) и измерение растворенных ионов методом вольта метрии позволяет количественно определять, а налиты как мощный аналитический метод измерения воздействия металлов. Нано электронные биосенсоры являются частью общепринятого термина нано терапевтические решения [10]. Эти электронные решения были разработаны в сотрудничестве многопрофильных команд высококвалифицированных специалистов, включающих механиков, электриков, врачей, ученых, биоинженерии, биохимиков и физиков.

Преимущества сокращения компонентов системы биосенсоров включают в себя возможность одновременного измерения нескольких биомаркеров или последовательностей ДНК через биочипы, объединяющие до 100 сенсоров на каждый квадратный миллиметр, мгновенное получение результатов от образца, потребность в менее чем 1 мКл для каждого измерения, что снижает стоимость анализа, и высокий коэффициент сигнала к шуму, позволяющий онлайн-обнаружение даже небольших количеств молекул [12]. Нано электронные биосенсоры обычно состоят из нано нитей с высокой проводимостью. Эти биосенсоры разрабатываются для обеспечения эффективной передачи электрических сигналов от датчиков, находящихся внутри тела,

к удаленному устройству, используемому врачом для мониторинга и выявления клеточной активности. Исследователи обнаружили, что из-за простого и эффективного дизайна нано сенсоры могут быть изготовлены из различных типов нитей, таких как кремниевые нано нити. Этот вид нитей представляет собой однослойную углеродную нано трубку, что расширяет возможности нано электронных биосенсоров для более быстрого определения целей биосенсоров. Нано электронные биосенсоры на основе графина также используются в качестве основного альтернативного материала [11]. Например, графин является аллотропом углерода с превосходными электрическими и электронными свойствами, обеспечивающими высокую подвижность заряда, настраиваемую проводимость и хорошее амбиполярное поле. Кроме того, графин имеет высокое отношение площади поверхности к объему, что делает его перспективным для использования в нано электронике.

В заключение можно сказать, что биосенсоры — это устройства, способные выявлять целевые вещества для анализа в образце. Они состоят из биорецепторов и преобразователей, ответственных за создание определенного сигнала. Биосенсоры могут использоваться в различных областях, но наиболее привлекательное применение — в мониторинге состояния здоровья. Они могут быть использованы для ранней диагностики и постоянного мониторинга заболеваний с высокой смертностью, таких как рак и сердечно-сосудистые заболевания, что значительно снижает уровень смертности и улучшает качество жизни пациентов. Кроме того, исследования в области нано биосенсоров направлены на разработку инновационных технологий для выявления и мониторинга в биомедицине, биохимии, экологии, сельском хозяйстве и пищевой промышленности. Кроме того, благодаря развитию нано технологий открываются новые горизонты для нано биосенсоров, поскольку они могут быть миниатюризированы до размеров, подходящих для использования внутри клеток микро размеров. Особое внимание следует уделить изучению различных специфических эффектов, присущих синтезу нано структурированных материалов, таких как размеры, квантовый размер и поверхностные эффекты, которые являются наиболее привлекательными чертами этого направления.

Литература:

1. Daniela Rodrigues, Ana I. Barbosa, Rita Rebelo, Il Keun Kwon, Rui L. Reis, Vitor M. Correlo., *Skin-Integrated Wearable Systems and Implantable Biosensors: A Comprehensive Review*
2. M. I. Bazarbayev, I.
3. Abid Haleem, Mohd Javaid, Ravi Pratap Singh, Rajiv Suman, Shanay Rab — «Biosensors applications in medical field: A brief review», *Sensors International*.
4. B. G. Andryukov, MD, DSc, I. N. Lyapun, PhD, E. V. Matosova, and L. M. Somova, MD, DSc — «Biosensor Technologies in Medicine: from Detection of Biochemical Markers to Research into Molecular Targets» *Sovrem Tekhnologii Med.* 2020; 12(6): 70–83
5. Xiaoping Huang a, Yufang Zhu b, Ehsan Kianfar — «Nano Biosensors: Properties, applications and electrochemical techniques». *Journal of Materiala Research and texnalogy*
6. Madhusudan B. Kulkarni, Narasimha H. Ayachitand, Tejraj M. Aminabhavi. «Recent advances in nanobiosensors: current trends, challenges, applications and future scope». *Biosensors2022*
7. N. F. Zikrillaev, O. B. Tursunov, G. A. Kushiev. «Development and Creation of a New Class of Graded-Gap Structures Based on Silicon with the Participation of Zn and Se Atoms». ISSN1068–3755, *Surface Engineering and Applied Electrochemistry*, Vol. 59, No. 5, pp. 670–673. © Allerton Press, Inc., 2023

8. Isakov, B., Hamrokulov, S., Abdurakhmonov, S. and Abdurakhmonov, H., 2023. Doped silicon with gallium and antimony impurity atoms. Science and innovation, 2(A5), pp.255–261.
9. Zikrillae, N. F., Kushiev, G. A., Hamrokulov, S. I., & Abduganiev, Y. A. //Optical Properties of $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ Binary Compounds in Silicon. Journal of Nano- and Electronic Physics, 15(3). (2023) DOI: 10.21272/jnep.15(3).03024.
10. Iliyev, X.M., Isamov, S.B., Isakov, B.O., Qurbonova, U.X. and Abduraxmonov, S.A., 2023. A Surface Study of Si Doped Simultaneously with Ga and Sb. East European Journal of Physics, (3), pp.303–307.
11. Iliyev, X., Xudonazarov, Z., Isakov, B., Uralbayev, X., & Kushiev, G. (2023). Impurity of atoms of manganese diffusion by outside electric field into silicon. Science and innovation, 2(A8), 107–111.
12. Isakov, Z., Xudonazarov, G., Kushiev, A., Sattorov, F., Abduqahhorov, 2023. Thermodynamic conditions for the formation of GaSb binary compound in Si sample. Science and innovation, 2(A10), pp.29–34

Достижения дистанционного здравоохранения в электронике

Абдурахмонов Самандар Абдусамад угли, ассистент;
Нормаматов Сардор Фахриддин угли, ассистент
Ташкентская медицинская академия (Узбекистан)

Абдуразаков Хуршиджон Тургунбой Угли, ассистент
Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии (Узбекистан)

Абдурахмонов Халимжон Абдусамад угли, руководитель первичной организации Союза молодежи
Ташкентская специализированная школа-интернат № 106 (Узбекистан)

Современные технологии делают дистанционную медицинскую помощь более удобной. В условиях нехватки доступных ресурсов для расширения существующих услуг использование возможностей этих виртуальных инструментов поможет поставщикам услуг оптимизировать процессы и предоставлять уход и поддержку большему количеству пациентов. Электроника необходима для выполнения множества различных функций в сфере здравоохранения. Роботизированная хирургия позволяет выполнять многие операции с точностью, контролем и гибкостью. В течение многих лет медицинские работники искали более удобные способы мониторинга здоровья своих пациентов, и технологии RPM могут стать тем решением, которое они искали.

Ключевые слова: электроника, искусственный интеллект, биосенсор, электрокардиограмма, диагностика, датчик, флэш-монитор.

Введение

Электроника стала неотъемлемой частью медицинских инноваций, которые внедрены и широко распространены во всем мире. От мониторов пациентов до систем диагностической визуализации и инфузионных устройств — широко распространено использование электроники. Робототехника играет множество различных ролей в здравоохранении, и каждая функция требует наличия электроники. Роботизированная хирургия позволяет выполнять многие операции с точностью, контролем и гибкостью [1]. Это приводит к использованию множества минимально инвазивных процедур, которые сокращают время восстановления и снижают многие риски, связанные с открытой хирургией.

Роботы с искусственным интеллектом приходят в больницы, чтобы помогать врачам и медсестрам в их повседневных делах. Однако область, в которой передовая электроника может сыграть важную роль, — это протезирование, а в будущем — экзоскелеты. Современные технологии делают дистанционную медицинскую помощь более удобной. В условиях нехватки доступных ресурсов для расширения существующих услуг использование возможностей этих виртуальных инструментов поможет по-

ставщикам услуг оптимизировать процессы и предоставлять уход и поддержку большему количеству пациентов [2, 3]. В течение многих лет медицинские работники искали более удобные способы мониторинга здоровья своих пациентов, и технологии RPM могут стать тем решением, которое они искали.

Благодаря расширенным возможностям подключения, обеспечиваемым интернетом, и быстрорастущим возможностям современной электроники, здравоохранение может помочь пациентам самостоятельно управлять своим состоянием, а медицинские работники могут получать информацию о здоровье пациентов круглосуточно и без выходных [5].

Предоставление пациентам возможности получать частые и своевременные консультации посредством виртуальных посещений и предоставление врачам возможности удаленно контролировать жизненно важные показатели может улучшить процессы лечения и свести к минимуму личные посещения, уменьшая нагрузку на медицинский персонал [3, 6]. Итак, какие типы устройств обычно используются при дистанционном здравоохранении?

Мониторы артериального давления. Традиционные портативные тонометры могут быть неудобными в использовании, и у многих людей их нет. Альтернативно, новые но-

симые устройства для измерения артериального давления являются более дискретными и портативными, а это означает, что пациенты могут носить их весь день, чтобы лучше понять свое артериальное давление. Эти гаджеты оснащены технологией фотоплетизмографии (PPG), которая использует оптические и инерционные датчики для автоматического определения структуры кровотока. Показания этих устройств позволяют пациентам делать осознанный выбор в отношении своей диеты и занятий для улучшения своего здоровья между приемами.

Биосенсоры. Самоклеящиеся биосенсоры с усовершенствованными микрочипами могут выполнять важные функции — от мониторинга уровня глюкозы до мониторинга частоты сердечных сокращений и дыхания — для предоставления информации о состоянии здоровья в режиме реального времени. Эти устройства особенно эффективны в сочетании с удобными для пользователя приложениями, которых мы, вероятно, увидим больше в будущем. Долгосрочный план NHS поддерживает разработку проверенных NHS платформ, которые помогут людям управлять такими заболеваниями, как сердечно-сосудистые заболевания и диабет. Пользователи могут записывать измерения, принимать лекарства и получать доступ к специальной информации удаленно, что снижает нагрузку на систему NHS и повышает уровень персонализированного ухода за пациентами.

Непрерывные мониторы глюкозы. Непрерывные мониторы глюкозы (CGM) и флэш-устройства были разработаны, чтобы помочь людям с диабетом отслеживать и управлять изменениями уровня сахара в крови. Благодаря датчикам, прикрепленным к руке или животу пользователя, CGM или флэш-монитор может определять, сколько глюкозы находится в жидкости под кожей, и проверять его каждые несколько минут. Затем передатчик отправляет беспроводные данные считывателю или приемнику, который отображает результаты.

Имея всю эту информацию под рукой, пациенты с диабетом могут эффективно управлять своими симптомами, давая им свободу вести повседневную жизнь с уверенностью в том, что

они смогут быстро действовать, если уровень глюкозы упадет или достигнет пика.

Электрокардиограммное исследование. Электрокардиограмма (ЭКГ) — это простой тест, который можно использовать для проверки сердечного ритма и электрической активности пациента. Датчики, прикрепленные к коже, используются для обнаружения электрических сигналов, которые сердце производит каждый раз, когда оно бьется; обычно эти сигналы записываются аппаратом и просматриваются врачом.

Однако благодаря достижениям в области удаленных технологий мониторы ЭКГ теперь можно носить или переносить и имеют функции подключения, которые позволяют пациентам просматривать свои результаты через смартфон и делиться ими с медицинским работником. Для тех, у кого проблемы с сердцем, такие как боль в груди, учащенное сердцебиение и одышка, удаленные устройства снимают стресс из-за отложенных посещений или задержки внимания — особенно в связи с тем, что все больше врачей и больниц предлагают видеоприемы, чтобы еще больше упростить квалифицированную помощь.

Закключение: Электроника стала неотъемлемой частью медицинских инноваций, которые внедрены и широко распространены во всем мире. От мониторов пациентов до систем диагностической визуализации и инфузионных устройств — широко распространено использование электроники. Современные технологии делают дистанционную медицинскую помощь более удобной. Благодаря быстро растущим возможностям современной электроники здравоохранение интегрирует технологии, помогающие пациентам самостоятельно управлять своим состоянием и предоставляющие медицинским работникам круглосуточную информацию. Предоставление пациентам возможности получать частые и своевременные консультации посредством виртуальных посещений и предоставление врачам возможности удаленно контролировать жизненно важные показатели может улучшить процессы лечения и свести к минимуму личные посещения, уменьшая нагрузку на медицинский персонал.

Литература:

1. J. T. Abdurazzoqov, F. F. Isaev, E. Ya. Ermetov. «Tibbiy qurimalarni kompyuter texnologiyalari yordamida modellashtirish» Innovations in technology and science education
2. В. Махсудов, Э. Эрметов, М. Норбутаева, У. Сафаров, Ж. Абдураizzoков. Применение дифференциальных уравнений в медицине” Образование наука и инновационные идеи в мире.
3. S. A. Abduraxmonov. D.G. Anvarova. «Use of computer tomography in dentistry. Dento proprietas x-ray» Research and implementation. vol 277–279
4. M. I. Bazarbayev, I. Mullajonov, U. M. Abdujabborova, A. Z. Sobirjonov, I. Sh. Saidnazarova. Tibbiy elektronika // darstlik, 2017.
5. С. А. Абдурахмонов, Ж. Т. Абдураizzoков Электрофизические и фотоэлектрические свойства компенсированных образцов, полученных с участием атомов цинка в монокристаллическом кремнии”. Молодой ученый стр. 69–71
6. S. A. Abdurakhmonov, J. T. Abdurazzoqov, D. B. Elmurotova «Zamonaviy biosensornlarning tibbiyotdagi ahamiyati». Innovations in Science and Technologies

Отношение к эвтаназии в современном мире, аргументы за и против

Баракина Дарья Максимовна, студент;

Куликова Дарья Андреевна, студент

Научный руководитель: Мартынова Ольга Александровна, кандидат философских наук, доцент
Пензенский государственный университет

В статье авторы рассматривают истоки и виды эвтаназии. Приведены аргументы в пользу и против данной процедуры и отношение к ней общества в современном мире.

Ключевые слова: эвтаназия, пациент, благая смерть, современный мир, за, против.

Один из вопросов, который в современном мире так и не получил однозначного ответа, звучит следующим образом: имеет ли человек такое же неотъемлемое право на смерть, как и на жизнь?

Впервые термин «эвтаназия» был использован Фрэнсисом Бэконом, английским философом и политиком, согласно которому «долг врача состоит не только в том, чтобы восстанавливать здоровье, но и в том, чтобы облегчать страдания и мучения, причиняемые болезнями... даже и в том случае, когда уже нет никакой надежды на спасение и можно лишь сделать саму смерть более легкой и спокойной, потому что эта эвтаназия... уже сама по себе является немалым счастьем» [1].

Под термином «эвтаназия» подразумевают умышленное ускорение наступления смерти неизлечимого больного с целью прекращения его страданий [2].

В теории выделяются два вида эвтаназии: пассивная эвтаназия и активная эвтаназия [3].

Пассивный метод заключается в прекращении оказания медицинской помощи пациенту, которая могла бы быть направлена на продление его жизни.

В случае с активной формой врач или другое официальное лицо принимает целенаправленное и осознанное решение о прекращении жизни больного по определенным профессиональным причинам.

В зависимости же от возможности пациента высказать свое согласие на проведение эвтаназии разделяют:

- 1) добровольную (осуществляемую по свободному согласию пациента);
- 2) недобровольную (без согласия пациента).

Отдельный вид эвтаназии можно отнести и принудительную, осуществляемую вопреки воле пациента.

Первым, кто применил ее, считается доктор Ганс Конрад Юлиус Рейтер. Её жертвами стали сотни тысяч заключенных нацистских лагерей, чья жизнь обесценивалась и вгонялась в рамки.

Несмотря на то, что идея эвтаназии была популяризована ещё в конце XX века, на законодательном уровне она легализована лишь в некоторых странах. Первыми в области легализации добровольной смерти стали Нидерланды. Эвтаназия в этой стране была узаконена 1 апреля 2002 года. В этом же году её легализовали в Бельгии. За два последующих года ею воспользовались 560 смертельно больных — 200 человек в 2003 году и 360 — в 2004-м. При этом по действующему в стране закону помочь больному человеку уйти из жизни может только

давно наблюдающий его врач. Кроме того, в 2014 году Бельгия стала первой страной, разрешившей детскую эвтаназию — в новом законе не ограничивается минимальный возраст пациентов. Неоднозначная ситуация обстоит в США из-за того, что каждый штат вправе устанавливать собственные законы. Так, например, в Орегоне, Вашингтоне и Калифорнии эвтаназия разрешена, а в штате Джорджия, напротив, запрещена. Так же в Люксембурге и Канаде разрешено помогать безнадежно больным людям уходить из жизни.

Условия политики, на которые данные страны опираются, являются:

- 1) добровольность эвтаназии;
- 2) осуществление эвтаназии исключительно врачом;
- 3) неудовлетворительное состояние пациента с медицинской точки зрения [3].

Что же касается России, в РФ эвтаназия запрещена согласно статье 45 ФЗ № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» и лицо, участвующее в ускорении смерти пациента по его просьбе, несёт уголовную ответственность по статье 105 УК РФ. В Этическом кодексе российского врача акт преднамеренного лишения жизни пациента по его просьбе или по просьбе его близких недопустим [4].

Отношение к эвтаназии настоящий момент времени неоднозначно, основываясь на морально-этических, философских и религиозных аспектах общества, существует множество доводов в её поддержку, но существует и обратное мнение [3].

Если рассматривать тему эвтаназии с положительной стороны, то аргументами в её пользу могут являться следующие высказывания:

1. «Жизнь является благом до тех пор, пока мы можем ею наслаждаться, собственно жить». Человек, в чьей жизни страдания преобладают над удовольствием, может выразить желание прекратить жить.

2. «Жизнь — это благо до тех пор, пока человек имеет возможность осмысливать свою деятельность». То есть, жизнь человека теряет свою полноценность в том случае, если он не может ощущать этот мир, теряя способность к восприятию происходящего, получению эмоций и коммуникации.

3. Человек, принимающий решение о добровольной смерти, избавляет от мучения не только себя, но и своих близких. Изъявляя желание уйти из этого мира, будучи неизлечимо больным, он избавляет близких от тягостных обязанностей.

4. Человек — это высшая ценность.

5. В отдельный пункт следует выделить и экономический аспект. Поддержание жизни на последних стадиях требует больших финансовых затрат.

К аргументам против эвтаназии можно отнести:

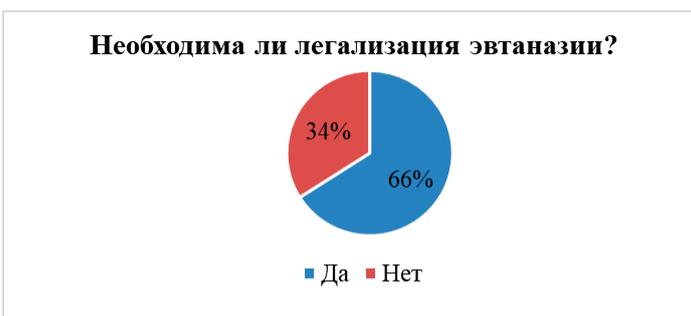
1. «Жизнь в страданиях все равно является благом». Жизнь — это особая форма существования материи, поэтому это всегда большее благо, нежели смерть.

2. Жизнь в вегетативном состоянии — это тоже жизнь, несмотря на отсутствие возможности к самопроизвольной психической активности.

3. Разрешая эвтаназию, основываясь на воле умирающего, тем самым мы приравниваем ее к самоубийству, что не является благом.

4. Для принятия эвтаназии на законодательном уровне потребуется пересмотр юридических и медицинских актов по установлению перечня допустимых показаний и мер [3].

С целью выяснения отношения к эвтаназии в современное время нами был проведен социологический опрос среди 32 студентов Пензенского медицинского института и Саратовского государственного медицинского университета, в котором были освещены следующие вопросы:



Исходя из результатов опроса, можно сделать вывод, что вопрос эвтаназии вызывает у студентов большой интерес и разнообразные точки зрения. Большинство опрошенных выступили за легализацию и допустимость эвтаназии, но споры о том, кто должен принимать окончательное решение о проведении этой процедуры, остаются актуальными. Некоторые сторонники считают, что комиссия врачей должна принимать такие решения, в то время как другие уверены, что сам пациент или его родственники должны иметь право на это. Важно отметить, что большинство среди опрошенных считают необходимым открытое обсуждение этой темы. Цель опроса была

успешно достигнута, позволив выявить разнообразные мнения и подходы к эвтаназии даже на маленькой выборке людей.

Подводя итоги, следует сказать, что в современном обществе вопрос о праве человека на смерть остаётся одним из самых спорных и сложных. Несмотря на легализацию в некоторых странах, в России эвтаназия всё же остаётся запрещенной. Это можно объяснить тем, что каждая страна имеет право самостоятельно решить, каким образом относиться к данной проблеме. В целом, как и каждый человек. Ведь любой из нас индивидуален и имеет свою точку зрения. В конечном итоге, ответ на вопрос о праве на смерть остается индивидуальным и субъективным.

Литература:

1. Редькина Т. В., Звездова Д. С. Эвтаназия: аргументы за и против // Международный студенческий научный вестник.— 2015.— № 1. (дата обращения: 16.05.2024)
2. Колесников Д. Б., Бруенок А. В. Эвтаназия // Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2020). (дата обращения: 16.05.2024).
3. Будина Д. О., Обжерина В. О., Порошина К. С., Трапезников М. В. Отношение к эвтаназии в современном мире. Аргументы «За» или «против» // Вопросы студенческой науки. 2020. № 9 (49). С. 121–122.
4. Федеральный закон от 21.11.2011 N323-ФЗ (ред. от 06.03.2019 г.) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ.— 21.11.2011.— № 48.— Ст. 45 (дата обращения: 16.05.2024)

Современные методы реабилитации после переломов и травм: как вернуться к активной жизни быстрее

Долгорукова Ольга Александровна, студент;
Загребина Дарья Сергеевна, студент;
Мохамед Махмуд Закариа Махмуд, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Травматические повреждения являются значительной причиной ранней смертности и заболеваемости, особенно среди трудоспособного населения. Тяжелая травма является основной причиной смерти детей и взрослых в возрасте до 40 лет [5]. Под травмой понимается любое повреждение, требующее госпитализации в момент получения. Это могут быть травмы опорно-двигательного аппарата, висцеральные травмы, повреждения мягких тканей, травмы позвоночника, потеря конечности. Незначительные травмы также могут привести к госпитализации. После травматического повреждения люди нуждаются в реабилитационной оценке и вмешательствах, которые учитывают любые ранее существовавшие заболевания и направлены на то, чтобы помочь им как можно быстрее восстановить оптимальную функцию и независимость.

Цель: описать основные современные методы реабилитации и их место в ведении пациентов травматологического профиля, показать значение реабилитации в полноценном лечении травм опорно-двигательного аппарата.

Материалы и методы: открытые источники из баз данных PubMed, Scopus, Консультант студента.

Ключевые слова: травма, перелом, повреждение, реабилитация.

Traumatic injuries are a significant cause of early mortality and morbidity, especially in the working-age population. Severe trauma is the leading cause of death in children and adults under 40 years of age [5]. Trauma is defined as any injury that requires hospitalization at the time of onset. This can include musculoskeletal injuries, visceral injuries, soft tissue injuries, spinal cord injuries, and loss of a limb. Minor injuries can also result in hospitalization. Following a traumatic injury, individuals require rehabilitative assessment and interventions that take into account any pre-existing conditions and aim to help them regain optimal function and independence as quickly as possible.

Aim: to describe the main modern rehabilitation techniques and their place in the management of trauma patients, to show the importance of rehabilitation in the full treatment of musculoskeletal injuries.

Materials and methods: open sources from PubMed, Scopus databases.

Keywords: trauma, fracture, damage, rehabilitation.

Травмы затрагивают все возрастные группы, но есть два пика: молодой возраст и пожилой возраст. У людей могут быть разные потребности в реабилитации. Травма может негативно повлиять на качество жизни, как в физическом, так и в психическом плане. Она может привести к проблемам с подвижностью, дыханием, глотанием, самообслуживанием, когнитивными функциями, речью, сенсорными проблемами, а также к депрессии, тревоге и другим психологическим трудностям [6]. Эти проблемы также могут оказывать социальное воздействие на самого человека, а также на его семью и тех, кто за ним ухаживает. На значимость этих проблем могут влиять уже существующие заболевания.

Лечение и реабилитация после травм напрямую зависят от степени тяжести и этапа заболевания.

В травматологии и ортопедии выделяют 3 периода реабилитации:

- I. Иммобилизации;
- II. Постиммобилизации (после снятия гипсовой повязки или скелетного вытяжения);
- III. Восстановительный.

Основные средства реабилитации после травм: ЛФК, массаж, гидрокинезиотерапия, механотерапия, мануальная терапия, психотерапия, эрготерапия, рефлексотерапия, магнитотерапия.

ЛФК

Задачами ЛФК являются восстановление функции движения, улучшение работы ССС, кровообращения, дыхания, психоэмоционального состояния, снижение повышенного мышечного тонуса.

Необходимыми условиями для достижения необходимых результатов в ЛФК являются систематичность, правильный подбор нагрузки, последовательности и дозированности физической нагрузки, а также ее длительности, постепенное повышение нагрузки, разнообразие средств ЛФК (гимнастические, спортивные, игровые, прикладные и другие виды упражнений). Применяется индивидуальный подход к тренировкам у конкретного пациента.

Одним из видов ЛФК при реабилитации является гидрокинезиотерапия (лечебная гимнастика в воде). Преимуществом данного метода является снижение нагрузки на опорно-двигательный аппарат, что может быть существенным фактором для пациентов с ожирением и патологиями ОДА.

Механотерапия — еще одна из форм ЛФК, представляет собой реабилитацию с помощью различных тренажеров и снарядов. ЛФК, используя тысячелетний опыт лечебной физкультуры, сегодня делает ставку прежде всего на роботизированную механотерапию. В современных клинических центрах можно найти множество «умных машин», работающих именно в этом направлении [7]. Это и «Locomotive» для улучшения подвижности пациентов, и инновационные тренажеры «EriGoBasic» — роботизированный вертикализатор, устройство для восстановления равновесия «BrainPort» и тренажер «Trainer Balance».

«MotionMaker»:

Реабилитационный комплекс «MotionMaker» сочетает в себе сразу два метода реабилитации. Это функциональная

электростимуляция и роботизированная механотерапия. Электроды, подключенные к блоку управления размещаются на нижних конечностях пациента. На экране монитора появляются задания для человека: часть движений выполняет робот, а часть — сам пациент. Если какая-то часть движений представляет сложность для пациента, то умное устройство помогает своему «хозяину». Таким образом, электростимуляция посылает импульсы в мышцы и сокращает их в нужный момент [8].

Массаж

Массаж оказывает выраженное действие на систему кровообращения, связочно-мышечный и суставной аппарат. Тем самым улучшается кровоснабжение и трофика тканей (предупреждение развития мышечных гипотрофий), сократительная способность мышц и повышается их тонус и эластичность, также улучшается общий обмен веществ и происходит стимулирующее действие на костеобразование [2].

Существует несколько видов массажа: классический, аппаратный метод, комбинированный. Техника и методика проведения приемов в лечебном массаже: поглаживание — комбинированное, продольное, попеременное; выжимание — ребром ладони, основанием ладони; разминание — двойное кольцевое, двойной гриф, подушечками 1–4-х пальцев, основанием ладони; растирание — «щипцы», подушечками пальцев, гребнем кулака; потряхивание; вибрация; движения [4].

Массаж назначают с третьего дня после иммобилизации. Начиная со второй недели, дополнительно массируют части травмированной конечности, не вовлеченные в фиксацию. Массаж не должен вызывать болей. Его можно проводить ежедневно или через день. Курс лечения от 10 до 25 процедур, перерыв между курсами от 10 дней до 2 месяцев [4].

Психотерапия

Одним из наиболее значимых аспектов в реабилитации является психотерапия. Очень важно, чтобы пациент был вовлечен в процесс реабилитации, так как наилучшие показатели в восстановлении утраченной функции показывают именно наиболее замотивированные больные. Выделяют групповую, семейную психотерапию и индивидуальные занятия с психологом [3].

Физические аспекты психотерапии: владение навыками регулировать тонус скелетных мышц, способностью к ритмичному дыханию за счет мысленной регуляции интервалов фаз вдоха и выдоха, физического дифференцированного ощущения сегментов своего тела [2].

Психологические аспекты психотерапии: воспитание навыков образных представлений, аутогенная медитация, аутогенное погружение, выработка навыков мобилизации психофизиологического состояния [2].

Сеансы психологической разгрузки проводятся под контролем врача-реабилитолога или психотерапевта 3–4 раза в неделю (курс — не менее 12 занятий) [2].

Трудовая терапия (эрготерапия)

Методика заключается в лечении посредством механического труда и может быть реализована как в бытовых условиях, так и в условиях производственного труда, а вариации данной терапии разнообразны от вышивания крестиком до изготовления фарфора. Методика является промежуточным звеном перехода от восстановления здоровья к восстановлению профессиональных навыков.

Трудовой режим устанавливается индивидуально для каждого пациента, учитывая его физическую и психологическую утомляемость и способность к укреплению и восстановлению нарушенных функций.

Виды трудового режима:

- Временного посещения больным кабинета эрготерапии;
- Палатный;
- Ученический (период освоения рекомендованного вида труда);
- Сокращенного рабочего дня (предусматривает предоставление больному по медицинским показаниям сокращенного рабочего дня до 1 ч в день или дополнительных перерывов в работе);
- Полного рабочего дня с ограничением используемых видов работы (предусматривает стабильность трудовой установки больного);
- Полного рабочего дня (больной выполняет различные трудовые операции в пределах рекомендованных видов труда, хозяйственные работы по системе самообслуживания) [2].

Методика кинезиотейпирования

Методика заключается в наложении на пораженные участки тела тейпов (клеяких лент). При наложении тейпов врачом подбирается направление и сила натяжения лент. Преимуществом метода является постоянное воздействие на мышечную систему, ленты не ограничивают движений (движения выполняются в полном объеме, без ограничений). Выделяют несколько основных методик:

- Мышечно-фиксационный: позволяет зафиксировать, расслабить или стимулировать мышцы;
- Корректирующий;
- Лимфодренажный — улучшает крово- и лимфообращение.

Низкочастотная магнитотерапия

Это вид воздействия на организм низкочастотным магнитным полем. Данный метод позволяет улучшить кровообра-

щение, повышает уровень проницаемости клеточных мембран, ускоряет процессы обмена веществ, что способствует лучшему восстановлению тканей и органов.

ХИЛТерапия

Любая основа для новых изобретений в области реабилитационных методов базируется на классической физиотерапии: это электрический ток, магнитное воздействие, лазер или иные механические эффекты. Но когда они объединяются или имеют правильное направление, то это ускоряет процесс реабилитации, а также помогает взаимодействию пациента и медицинского персонала, повышает приверженность пациента к терапии и доверие к врачу.

ХИЛТерапия (HILT = High Intensity Laser Therapy) — это уникальный метод лазерной физиотерапии, который используется для лечения патологических процессов в глубоко расположенных тканях. Как правило, они возникают вследствие травм и тяжелых физических нагрузок. ХИЛТерапия идеально подходит для опорно-двигательного аппарата. Все аппараты, кроме классических, имеют комбинированное действие. Например, есть вакуумный аппарат — это одновременное воздействие на пациента вакуумного массажа, вакуумной компрессии и магнитотерапии. Есть абдоминальная декомпрессия — это воздействие декомпрессии и компрессии на разные части человеческого тела. Существуют процедуры, сочетающие в себе эффекты гальваногрязи — это наложение грязевой аппликации и проходящего через нее гальванического электрического тока.

Выводы

Для наилучшего восстановления после перенесенных травм и переломов необходима реабилитация. Существует множество различных способов реабилитации. При выборе метода лечащий врач должен учитывать индивидуальные особенности пациента, его состояние и заболевание. Важно помнить, что только комплексный и проверенный подход дает пациентам гарантированный результат и улучшение качества жизни. Успешная реабилитация, после которой человек способен вернуться к нормальной, привычной для него жизни, — это результат работы огромного количества специалистов, оборудования и самого пациента. Стоит, однако, упомянуть о важности именно последнего фактора, ведь желание вернуться к нормальной жизни и уверенность в себе часто способны сделать даже больше, чем современные аппараты.

Литература:

1. М. С. Касаткин, Е. Е. Ачкасов Спортивное тейпирование: иллюстрированное руководство для врачей ГЭОТАР-Медиа, 2021: глава 2 — электронная библиотечная система консультант студента
2. В. А. Епифанов, А. В. Епифанов Реабилитация в травматологии и ортопедии, ГЭОТАР-Медиа, 2015: глава 1 — электронная библиотечная система консультант студента
3. Булюбаш И. Д. Психотерапия в восстановительном лечении пациентов с последствиями позвоночно-спинномозговой травмы // Консультативная психология и психотерапия. 2012. Том 20. № 1. С. 119–138. Чушинская М. М. Общие принципы реабилитации переломов конечностей с. 1–3

4. Физическая реабилитация: Учебник для академий и институтов физической культуры / Под общей ред. проф. С. Н. Попова. — Ростов н/Д: изд-во «Феникс», 1999. -608 с.
5. Gubin AV, Solomyannik IA, Ochkurenko AA, et al. Traumatism, orthopedic morbidity, organization of traumatological and orthopedic care in the Russian Federation in 2019. Ed. by S. P. Mironov. Moscow; 2021. 385p. (In Russ).
6. Bukharin VA, Krysiuk OB, Slukhai SI. Applications of the modern methods of rehabilitation at fractures of the bottom extremities. Scientific notes of the University of Lesgaft. 2014;(3):43–45. (In Russ). doi: 10.5930/issn.1994-4683.2014.03.109.p43-45
7. Purcell RL, Donohue MA, Saxena SK, et al. Combat-related acetabular fractures: Outcomes of open versus closed injuries. Injury. 2018;49(2):290–295. doi: 10.1016/j.injury.2017.11.035
8. Kertzman PF, Fucs PMB. Does radial shock wave therapy works in pseudarthrosis? Prospective analysis of forty four patients. Int Orthop. 2021;45(1):43–49. doi: 1007/s00264-020-04778-5

3D-технологии как инновационный инструмент в лечении переломов верхней конечности в травматологии

Дубровина Софья Сергеевна, студент;
Овчинникова Екатерина Сергеевна, студент;
Попова Зарина Шамилевна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Трёхмерная (3D) печать в травматологии и ортопедии стремительно развивается и применяется для создания костных имплантов, ортезов, протезов и других медицинских устройств. Эта технология позволяет адаптировать изделия под конкретные анатомические особенности пациента, что повышает их эффективность и снижает риск отторжения. Кроме того, 3D-печать позволяет быстро создавать прототипы и тестировать новые модели, способствуя дальнейшему развитию инноваций в области травматологии и ортопедии. Инновационные методы в травматологии и ортопедии открывают много возможностей в лечении пациентов. Современные материалы и оборудование повышают качество оказания медицинской помощи с использованием современных технологий, улучшают результаты операционного вмешательства, прогноз как в постоперационном периоде, так и в дальнейшей реабилитации пациента.

Цель исследования — провести анализ использования 3D-технологий в лечении пациентов травматологического и ортопедического профиля. Выявить преимущества и недостатки данного метода.

Материалы и методы. Проведен обобщенный обзор литературы, опубликованной в период с 2016 года по 2024 года, с использованием баз данных PubMed, Cyberleninka, Elsevier, Biomedcentral, Elibrary и др. Для поиска использовались термины из списка медицинских предметных рубрик, а также свободные текстовые ключевые термины.

Ключевые слова: травматология, ортопедия, хирургия, 3D-печать, 3D-моделирование, интонационные методы.

3D technologies as an innovative tool in the treatment of upper limb fractures in traumatology

Dubrovina Sofya Sergeevna, student;
Ovchinnikova Ekaterina Sergeevna, student;
Popova Zarina Shamilevna, student
Ural State Medical University (Ekaterinburg)

Three-dimensional (3D) printing in traumatology and orthopedics is rapidly developing and is used to create bone implants, orthoses, prostheses and other medical devices. This technology allows products to be customized to the specific anatomical features of the patient, which increases their effectiveness and reduces the risk of rejection. In addition, 3D printing enables rapid prototyping and testing of new models, furthering innovation in trauma and orthopedics. Innovative methods in traumatology and orthopedics open up many possibilities in patient care. Modern materials and equipment increase the quality of medical care using modern technologies, improve the results of surgical intervention, prognosis both in the postoperative period and in further rehabilitation of the patient.

Objective: to analyze the use of 3D-technologies in the treatment of traumatologic and orthopedic patients. To identify the advantages and disadvantages of this method.

Materials and methods: a general review of literature published between 2016 and 2024 was conducted using PubMed, Soublerinck, Elsevier, Biomedcentral, Elibrary, and other databases. Terms from the list of medical subject headings as well as free text key terms were used for the search.

Keywords: *traumatology, orthopedics, surgery, 3D printing, 3D modeling, intonation methods.*

И нновации в травматологии и ортопедии включают в себя различные технологии и методики, такие как роботизированная хирургия, 3D-печать костных имплантов, протезов, направляющих, хирургических шаблонов, аппаратов внешней фиксации, ортопедических стелек и ортезов; использование биоматериалов для регенерации тканей, а также применение искусственного интеллекта для диагностики и планирования операций [1]. Эти инновации помогают улучшить точность процедур, сократить время восстановления и повысить качество жизни пациентов.

40 лет назад в 1984 году С. W. Hull разработал 3D-печать. Возможности современных материалов и оборудования, их доступности, в последние десятилетия дали толчок к стремительному развитию 3D-печати в медицине, в частности в травматологии и ортопедии, нейрохирургии [2,3].

Современные способы медицинской визуализации с высоким разрешением могут обрабатывать данные для создания 3D-изображений, которые необходимы для печати физических объектов. В свою очередь, 3D-принтеры способны создать модель любой сложности формы и геометрии. 3D-печать — это тип производственного процесса, при котором такие материалы, как пластик или металл, наносятся слоями для создания 3D-объекта из цифровой модели. Этот процесс отличается от традиционных методов производства тем, что он является аддитивным процессом в хирургической практике [4].

Нормативно-правовая база из всех сил пытается идти в ногу со временем и с каждым годом совершенствуется, позволяя обеспечить эффективность использования и безопасность персонализированных изделий для пациентов и при этом избежать правовых барьеров для развития данного инновационного направления [5, 6, 7].

Акромион

Используется 3D-модель также и для лечения переломов акромиона. Сначала создается 3D-модель акромиона, а затем дистальная пластина для реконструкции ключицы сгибается таким образом, чтобы соответствовать индивидуальным анатомическим изгибам и форме акромиона. Пациентов оценивают по шкалам Константа-Мерли и DASH. Основываясь на статистике, перелом или несращение зажили во всех случаях [6]. Если операция проводилась до появления дополнительных повреждений (например, импинджмент-синдрома), то наблюдалось полное исчезновение боли.

Ключица

Была разработана минимально инвазивная пластика при переломах средней части ключицы, используя интрамедуллярную технику непрямого вправления и предварительно изогнутые пластины, изготовленные с помощью 3D-печатных мо-

делей. Это позволило точно наложить пластину и минимально травмировать мягкие ткани. Также возможно использование 3D-печатной модели ключицы для предоперационного планирования и в качестве инструмента во время операции для минимально инвазивного наложения пластины при смещенных компрессионных переломах средней части ключицы. При этой методике в случаях одностороннего вколоченного перелома средней ключицы со смещением выполняется компьютерная томография обеих ключиц. Затем обе ключицы печатают на 3D-принтере, чтобы получить модели ключиц в натуральную величину. Неповрежденную ключицу печатают на модели противоположной стороны с использованием техники зеркального отображения, чтобы создать дотравматическую копию сломанной ключицы. 3D-печатная модель неповрежденной ключицы используется в качестве шаблона для выбора прекуртурной фиксирующей пластины, которая наилучшим образом соответствует модели. Пластина вводится через небольшие разрезы и фиксируется с помощью стопорных винтов без обнажения места перелома.

Плечевая кость

Для создания трехмерной модели использовалась 3D-печать с использованием данных, полученных с помощью тонкослойной компьютерной томографии и обработанных в программе «Mimics». Это действенный способ подтвердить диагноз, разработать индивидуальный план хирургического вмешательства, смоделировать и провести операцию в соответствии с планом. В настоящее время чаще всего применяется только тонкощелевая компьютерная томография, сравнивается продолжительность операции, кровопотеря и время сращения. Также сравнивается длина винтов, запланированная до операции и измеренная во время операции. 3D-модель позволяет визуально на 360° и пальпаторно определить направление и тяжесть смещения перелома, что помогает в точной предоперационной диагностике, планировании и разработке хирургического вмешательства, измерении имплантатов, предварительном выборе подходящей анатомической фиксирующей пластины и моделировании результатов операции.

Стоит упомянуть, что в современных центрах травматологии и ортопедии активно используются 3D-печатные пластины для остеосинтеза при лечении межкондилярных переломов плечевой кости. Тринадцать пациентов с межкондилярными переломами плечевой кости были взяты для открытого вправления и внутренней фиксации обычными пластинами (n = 7) или 3D-печатными пластинами (n = 6) в период с марта по октябрь 2017 года [8]. Они сравнивались по времени операции и функции локтевого сустава при наблюдении в течение минимум 6 месяцев. Все пациенты наблюдались в среднем 10,6 месяца (диапазон: 6–13 месяцев). В группе

3D-печати среднее время операции было значительно меньше (70,6–12,1 мин), чем в группе традиционной фиксации (92,3–17,4 мин). При последнем контрольном осмотре не было выявлено существенной разницы между группами в показателях хорошей или отличной функции локтевого сустава, хотя в группе 3D-печати частота хороших или отличных результатов была несколько выше (83,1%) по сравнению с группой традиционной установки пластин (71,4%). Таким образом, методика зарекомендовала себя как довольно безопасная и эффективная.

Выводы

Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что 3D-технологии открывают широкий спектр возможностей для улучшения методов лечения и их результатов в травматологии и ортопедии. Но для этого необходимо наличие специального программного и аппаратного обеспечения, что дополнительно увеличивает затраты средств медицинского учреждения на модернизацию и обслуживание, а также обучение медицинского персонала.

Литература:

1. Павлив Н. И. Инновационные костнопластические материалы в травматологии и ортопедии // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2022/article/2018028999> (дата обращения: 12.05.2024).
2. Яриков А. В., Горбатов Р. О., Столяров И. И. и др. Применение аддитивных технологий 3D-печати в травматологии-ортопедии и нейрохирургии. *Врач.* 2021; 32 (10): 8–16. URL: <https://doi.org/10.29296/25877305-2021-10-02> URL: <https://vrach-journal.ru/sites/default/files/fulltext-pdf/25877305-2021-10-02.pdf> (дата обращения 05.05.2024).
3. Кочегаров А. А.1, Маркина С. Э. Аддитивные 3d-технологии в оперативной травматологии URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/107085/1/fti_2020_520.pdf (дата обращения: 05.05.2024).
4. Панкратов А. С., Ларцев Ю. В., Рубцов А. А., Огурцов Д. А., Ким Ю. Д., Шмельков А. В., Князев Н. А. Применение 3D-моделирования в персонализированном подходе к накостному остеосинтезу (обзор литературы) // Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. 2023. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-3d-modelirovaniya-v-personifitsirovannom-podhode-k-nakostnomu-osteosintezu-obzor-literatury/viewer> (дата обращения: 05.05.2024).
5. Pettersson ABV, Ballardini RM, Mimler M, Li P, Salmi M, Minssen T, Gibson I, Mäkitie A. Legal issues and underexplored data protection in medical 3D printing: A scoping review. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023 Feb 27;11:1102780. doi: 10.3389/fbioe.2023.1102780. PMID: 36923458; PMCID: PMC10009255. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10009255/>
6. Rizzo ML, Turco S, Spina F, Costantino A, Visi G, Baronti A, Maiese A, Di Paolo M. 3D printing and 3D bioprinting technology in medicine: ethical and legal issues. *Clin Ter.* 2023 Jan-Feb;174(1):80–84. doi: 10.7417/CT.2023.2501. PMID: 36655649. URL: https://www.clinicaterapeutica.it/2023/174/1/14_MAIESE%20.pdf
7. Morrison RJ, Kashlan KN, Flanagan CL, Wright JK, Green GE, Hollister SJ, Weatherwax KJ. Regulatory Considerations in the Design and Manufacturing of Implantable 3D-Printed Medical Devices. *Clin Transl Sci.* 2015 Oct;8(5):594–600. doi: 10.1111/cts.12315. Epub 2015 Aug 3. PMID: 26243449; PMCID: PMC4626249. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4626249/>
8. Lal H, Patralekh MK. 3D printing and its applications in orthopaedic trauma: A technological marvel. *J Clin Orthop Trauma.* 2018 Jul-Sep;9(3):260–268. doi: 10.1016/j.jcot.2018.07.022. Epub 2018 Aug 3. PMID: 30202159; PMCID: PMC6128305. URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.432462af-66410996-2f660190-74722d776562/https/pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30202159/ (дата обращения: 05.05.2024).
9. Шишкин В. Б., Голубев В. Г. Предоперационное планирование в травматологии и ортопедии с использованием технологии трехмерной компьютерной реконструкции и моделирования // Современные проблемы науки и образования. — 2015. — № 5.; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=21636> (дата обращения: 12.05.2024).
10. Montmartin M, Meyer C, Euvrard E, Pazart L, Weber E, Benassarou M. L'impression 3D à l'hôpital: quelle réglementation en France? [3D printing in health care facilities: What legislation in France?]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale.* 2015 Nov;116(5):302–7. French. doi: 10.1016/j.revsto.2015.04.007. Epub 2015 Jun 9. PMID: 26071022. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213653315000737?via%3Dihub> (дата обращения: 12.05.2024).
11. Mardis NJ. Emerging Technology and Applications of 3D Printing in the Medical Field. *Mo Med.* 2018 Jul-Aug;115(4):368–373. PMID: 30228770; PMCID: PMC6140256. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6140256/> (дата обращения: 12.05.2024).
12. George M, Aroom KR, Hawes HG, Gill BS, Love J. 3D Printed Surgical Instruments: The Design and Fabrication Process. *World J Surg.* 2017 Jan;41(1):314–319. doi: 10.1007/s00268-016-3814-5. PMID: 27822724; PMCID: PMC6287965. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6287965/> (дата обращения: 12.05.2024).
13. Minto J, Zhou X, Osborn J, Zhang LG, Sarkar K, Rao RD. Three-Dimensional Printing: A Catalyst for a Changing Orthopaedic Landscape. *JBJS Rev.* 2020 Feb;8(2): e0076. doi: 10.2106/JBJS.RVW.19.00076. PMID: 32224627. URL: https://journals.lww.com/jbjsreviews/abstract/2020/02000/three_dimensional_printing_a_catalyst_for_a.6.aspx (дата обращения: 12.05.2024).

14. Martelli N, Serrano C, van den Brink H, Pineau J, Prognon P, Borget I, El Batti S. Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. *Surgery*. 2016 Jun;159(6):1485–1500. doi: 10.1016/j.surg.2015.12.017. Epub 2016 Jan 30. PMID: 26832986. URL: [https://www.surgjournal.com/article/S0039-6060\(15\)01055-7/abstract](https://www.surgjournal.com/article/S0039-6060(15)01055-7/abstract) (дата обращения: 12.05.2024).
15. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *Biomed Eng Online*. 2016 Oct 21;15(1):115. doi: 10.1186/s12938-016-0236-4. PMID: 27769304; PMCID: PMC5073919. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5073919/> (дата обращения: 12.05.2024).
16. Diment LE, Thompson MS, Bergmann JHM. Clinical efficacy and effectiveness of 3D printing: a systematic review. *BMJ Open*. 2017 Dec 21;7(12): e016891. doi: 10.1136/bmjopen-2017-016891. PMID: 29273650; PMCID: PMC5778284. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5778284/> (дата обращения: 12.05.2024).

Современный взгляд на тотальное эндопротезирование коленного сустава

Захарова Елизавета Юрьевна, студент;
Гаджибалаева Зарина Фаиковна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) уже на протяжении долгого времени является одной из самых популярных операций в стационарах травматологического профиля, представляющей собой огромное преимущество для пациентов, обеспечивая значимое улучшение качества жизни. Одной из главных нозологий, приводящих к эндопротезированию или иному оперативному вмешательству на коленном суставе, является остеоартрит (ОА) [1]. Это состояние характеризуется сильной болью в суставах, скованностью и снижением подвижности, что может существенно повлиять на состояние пациента. Кандидатами на ТЭКС обычно становятся те, кто не реагирует на консервативные методы лечения, такие как: медикаменты, физиотерапия или инъекции. ТЭКС направлено на облегчение этих симптомов и восстановление функции путем замены поврежденного коленного сустава на протез [2]. Это приводит не только к облегчению боли, но и к улучшению общего самочувствия пациентов.

Цель: описать показания к тотальному эндопротезированию коленного сустава, клиническое значение и осложнения, характерные для операции.

Материалы и методы: открытые источники из баз данных PubMed, Scopus.

Ключевые слова: эндопротезирование, коленный сустав, протез.

Modern view on total knee joint replacement

Total knee arthroplasty (TKA) has long been one of the most popular surgeries in trauma hospitals, representing a huge advantage for patients, providing a significant improvement in quality of life. One of the main nosologies leading to endoprosthesis or other knee surgery is osteoarthritis (OA) [1]. This condition is characterized by severe joint pain, stiffness, and decreased mobility, which can significantly affect a patient's condition. Candidates for TKA are usually those who do not respond to conservative treatments such as: medications, physical therapy or injections. TKA aims to relieve these symptoms and restore function by replacing the damaged knee joint with a prosthetic joint [2]. This results not only in pain relief but also in improved overall patient well-being.

Objective: to describe the indications for total knee endoprosthesis, clinical significance and complications characteristic of the operation.

Materials and methods: open sources from PubMed, Scopus databases.

Keywords: endoprosthesis, knee joint, prosthesis.

Колено состоит из двух отдельных суставов — тибioфemorального и пателлофemorального. [4] Эти суставы работают вместе, обеспечивая плавность движений и поддерживая весовую нагрузку на колено.

Пателлофemorальный сустав

Пателлофemorальный сустав увеличивает плечо рычага разгибательного механизма. Надколенник отвечает за растягивающие усилия, создаваемые сухожилием четырехглавой

мышцы, на сухожилие надколенника. Максимальная сила контакта между надколенником и бедренной костью возникает при сгибании колена на 45°, а давление на сустав достигает 7-кратного превышения веса тела в положении глубокого приседания.

Четырехглавые мышцы обеспечивают динамическую стабильность пателлофemorального сустава, а пассивные анатомические ограничители включают:

— Медиальная пателлофemorальная связка: является основным пассивным ограничителем латерального смещения при 20° сгибания.

— Медиальная пателломенискальная связка: на нее приходится от 10 до 15% общей удерживающей силы.

— Латеральная связка надколенника: обеспечивает 10% от общей удерживающей силы.

Тибioфemorальное сочленение

Тибioфemorальное сочленение переносит вес тела с бедренной кости на большеберцовую и создает давление, в 3 и 4 раза превышающее вес тела при ходьбе и подъеме, соответственно. Движение происходит в основном в сагиттальной плоскости, в диапазоне от 10° гиперэкстензии до примерно 140–150° гиперфлексии. При нормальной походке необходимый диапазон движения составляет до 75°.

Стабильность колена обеспечивается латеральной связкой, которая противостоит варусным нагрузкам, и медиальной связкой, которая, в свою очередь, противостоит вальгусным нагрузкам. Кроме того, передняя и задняя крестообразные связки оказывают сопротивление силам, направленным на колено спереди и сзади, соответственно.

Показания

Когда-то считалось, что данная процедура подходит в основном для пожилых пациентов, теперь же первичное ТЭКС предлагается все чаще и обеспечивает стабильные положительные результаты даже у более молодых групп пациентов. Как правило, наиболее распространенным основным диагнозом, при котором выполняется ТЭКС во всех возрастных группах пациентов, является первичный остеоартроз [7].

ТЭКС — это процедура по выбору, которая в большинстве случаев проводится пациентам с хроническими, изнуряющими симптомами, которые сохраняются, несмотря на использование всех консервативных и безоперационных методов лечения. Пациенты обычно решаются на операцию, когда симптомы значительно ухудшают качество их жизни и повседневную деятельность. Противопоказаниями же являются:

- Локальная инфекция или сепсис;
- Тяжелые сосудистые патологии;
- Нарушения свертываемости крови;
- Костная или хрящевая дисплазия.

Осложнения операции

Осложнения, возникающие при ТЭКС, могут привести к ухудшению результатов и снижению уровня удовлетворенности пациентов. Несмотря на то, что вмешательство является надежной и неизменно успешной процедурой для людей с тяжелым дегенеративным артритом, исследования показывают, что каждый пятый пациент, перенесший первичное ТЭКС, может выразить неудовлетворенность результатами [13].

- Перипротезный перелом

Эти переломы происходят в дистальном отделе бедренной кости с частотой от 1 до 2%, а факторами риска являются ухудшение качества кости у пациентов и использование более жестких компонентов ТЭКС. Переломы большеберцовой кости

при эндопротезировании происходят с частотой от 0,5 до 1%, а факторами риска являются предшествующая остеотомия бурриности большеберцовой кости, неправильное положение или расшатывание компонентов. Факторы риска перелома надколенника включают остеонекроз, технические ошибки при асимметричной резекции, а также факторы, связанные с имплантатами, такие как центральные, одноштифтовые имплантаты, бесцементная фиксация и компоненты с металлической опорой.

- Раневые осложнения

Спектр послеоперационных раневых осложнений при ТЭКС варьируется от поверхностных хирургических инфекций, таких как абсцесс, флегмона или замедленное заживление раны, до глубоких инфекций, вызывающих некроз по всей толщине. В тяжелых случаях пациентам может потребоваться возвращение в операционную для разреза и дренирования операционной раны.

- Инфекция протеза

По имеющимся данным, частота инфекции протеза коленного сустава составляет от 1 до 2%. К факторам риска относятся такие специфические для пациента факторы образа жизни как: патологическое ожирение, курение, внутривенное употребление наркотиков и злоупотребление ими, злоупотребление алкоголем и плохая гигиена полости рта, а также такие факторы анамнеза как: неконтролируемый диабет, хронические заболевания почек, заболевания печени, неправильное питание и ВИЧ (количество CD4 менее 400).

Наиболее распространенными бактериальными микроорганизмами в острой стадии являются *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis* и коагулазоотрицательные стафилококки. Успешные результаты варьируются и часто зависят от интраоперационных факторов и факторов, связанных с пациентом, а также от конкретных бактериальных патогенов. В случаях, выходящих за рамки острой фазы (3–4 недели после операции), может потребоваться более агрессивное лечение.

- Тромбоз глубоких вен;
- Изменение длины ноги;
- Гиперчувствительность к металлу.

Выводы

Хотя по последним данным до 1 из 5 пациентов могут остаться недовольны результатами ТЭКС, риск неудовлетворенности пациентов может быть снижен путем избирательного оперирования пациентов с другими потенциально значимыми клиническими патологиями, такими как заболевания тазобедренного сустава или спины, исключенные в качестве факторов, вызывающих боль. Успех после ТЭКС приводит к значительному улучшению качества жизни и функциональных результатов по отзывам пациентов как в краткосрочном, так и в долгосрочном послеоперационном периоде. Тогда как на общую продолжительность жизни протеза ТЭКС влияют различные факторы, связанные с пациентом и техническими характеристиками протеза, обычно ожидается, что срок его службы составит от 15 до 20 лет. Врачам рекомендуется убедиться, что пациенты опробовали все неоперативные методы лечения.

Учитывая рост числа хирургических вмешательств как среди молодых, так и среди пожилых людей, хирурги-ортопеды могут рассчитывать на отличные результаты у правильно отобранных пациентов.

Литература:

1. Guo EW, Sayeed Z, Padela MT, Qazi M, Zekaj M, Schaefer P, Darwiche HF. Improving Total Joint Replacement with Continuous Quality Improvement Methods and Tools. *Orthop Clin North Am.* 2018 Oct;49(4):397–403. [PubMed]
2. Guo B, Qin S, Huang Y. [Research progress of knee-salvage treatment for knee osteoarthritis]. *Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi.* 2018 Oct 15;32(10):1292–1296. [PMC free article] [PubMed]
3. Ghosh A, Chatterji U. An evidence-based review of enhanced recovery after surgery in total knee replacement surgery. *J Perioper Pract.* 2019 Sep;29(9):281–290. [PubMed]
4. Cox CF, Sinkler MA, Black AC, Launico MV, Hubbard JB. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Oct 27, 2023. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Patella. [PubMed]
5. Gupton M, Munjal A, Terreberry RR. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): Jul 24, 2023. Anatomy, Hinge Joints. [PubMed]
6. Bordoni B, Varacallo M. StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; Treasure Island (FL): May 8, 2023. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb: Thigh Quadriceps Muscle. [PubMed]
7. Vasso M, Antoniadis A, Helmy N. Update on unicompartmental knee arthroplasty: Current indications and failure modes. *EFORT Open Rev.* 2018 Aug;3(8):442–448. [PMC free article] [PubMed]
8. Lützner J, Lange T, Schmitt J, Kopkow C, Aringer M, DGRh. Böhle E, ZVK. Bork H, DGOU. Dreinhöfer K, DNVE. Friederich N, Deutsche Arthrose-Hilfe e. V. Gravius S, DGOOC. Heller KD, BVOU. Hube R, DKG. Gromnica-Ihle E, Deutsche Rheuma-Liga Bundesverband e. V. Kirschner S, AE. Kladny B, DGOU. Kremer M, DGU. Linke M, Deutsche Gesellschaft für Medizinische Psychologie. Malzahn J, AOK Bundesverband. Sabatowski R, Deutsche Schmerzgesellschaft e. V. Scharf HP, Stöve J, Wagner R, DGORh. Günther KP. [The S2k guideline: Indications for knee endoprosthesis: Evidence and consent-based indications for total knee arthroplasty]. *Orthopade.* 2018 Sep;47(9):777–781. [PubMed]
9. Walker LC, Clement ND, Deehan DJ. Predicting the Outcome of Total Knee Arthroplasty Using the WOMAC Score: A Review of the Literature. *J Knee Surg.* 2019 Aug;32(8):736–741. [PubMed]
10. Jones GG, Logishetty K, Clarke S, Collins R, Jaere M, Harris S, Cobb JP. Do patient-specific instruments (PSI) for UKA allow non-expert surgeons to achieve the same saw cut accuracy as expert surgeons? *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018 Nov;138(11):1601–1608. [PMC free article] [PubMed]
11. Song Y, Zhu F, Lin F, Zhang F, Zhang S. Bone quality, and the combination and penetration of cement-bone interface: A comparative micro-CT study of osteoarthritis and rheumatoid arthritis. *Medicine (Baltimore).* 2018 Aug;97(35): e11987. [PMC free article] [PubMed]
12. Metcalfe AJ, Ahearn N, Hassaballa MA, Parsons N, Ackroyd CE, Murray JR, Robinson JR, Eldridge JD, Porteous AJ. The Avon patellofemoral joint arthroplasty: two- to 18-year results of a large single-centre cohort. *Bone Joint J.* 2018 Sep;100-B(9):1162–1167. [PubMed]
13. Makaram N, Clement ND, Hoo T, Nutton R, Burnett R. Survival of the low contact stress rotating platform total knee replacement is influenced by age: 1058 implants with a minimum follow-up of 10 years. *Knee.* 2018 Dec;25(6):1283–1291. [PubMed]
14. Crawford DA, Berend KR, Lombardi AV. Management of the Failed Medial Unicompartmental Knee Arthroplasty. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018 Oct 15;26(20): e426–e433. [PubMed]
15. Krych AJ, Reardon PJ, Johnson NR, Mohan R, Peter L, Levy BA, Stuart MJ. Non-operative management of medial meniscus posterior horn root tears is associated with worsening arthritis and poor clinical outcome at 5-year follow-up. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017 Feb;25(2):383–389. [PubMed]
16. Premkumar A, Morse K, Levack AE, Bostrom MP, Carli AV. Periprosthetic Joint Infection in Patients with Inflammatory Joint Disease: Prevention and Diagnosis. *Curr Rheumatol Rep.* 2018 Sep 10;20(11):68. [PMC free article] [PubMed]
17. Innocenti B, Fekete G, Pianigiani S. Biomechanical Analysis of Augments in Revision Total Knee Arthroplasty. *J Biomech Eng.* 2018 Nov 01;140(11) [PubMed]
18. Soranoglou V, Poultsides LA, Triantafyllopoulos GK, De Martino I, Memtsoudis SG, Sculco TP. Optimizing Intraoperative Blood Management for One-Stage Bilateral Total Knee Arthroplasty. *HSS J.* 2018 Jul;14(2):202–210. [PMC free article] [PubMed]
19. Laskin RS. Flexion space configuration in total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 1995 Oct;10(5):657–60. [PubMed]

Применение ЭМГ-БОС тренировок в восстановительном лечении сколиоза и деформаций стоп

Кожевникова Алиса Кирилловна, студент;
Мелькова Анастасия Викторовна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Введение. Лечение и реабилитация пациентов, страдающих сколиозом, остаются актуальными проблемами в ортопедии. Также остается важной и проблема плоскостопия у детей. Метод биологической обратной связи (БОС) является одним из перспективных методов восстановительной медицины. Эта методика позволяет пациенту в игровой форме обучаться управлению мышцами, контроль над которыми был утрачен из-за основного заболевания. **Цель исследования** — разработка наиболее оптимальных стратегий использования ЭМГ-БОС метода при сколиозе и плоскостопии. **Материалы и методы.** Все модели ЭМГ-БОС тренажеров имеют типичную комплектацию: электроды, считывающие сигнал при напряжении мышцы; транслирующая система, которая обрабатывает сигнал, считанный электродами, и передает его компьютеру; компьютер использует полученный сигнал для визуализации работы мышцы; программное обеспечение поддерживает мотивацию и приверженность к лечению. **Результаты.** Принцип работы ЭМГ-БОС тренажеров универсален, изменяется лишь место крепления электродов в зависимости от поставленной задачи. Цель лечебных тренировок с использованием БОС по ЭМГ у пациентов со сколиозом — коррекция дисбаланса паравертебральных мышц и создание прочного мышечного корсета. Для коррекции плоскостопия необходимо тренировать мышцы сгибатели и супинаторы стоп. **Обсуждение.** Количество сеансов и продолжительность каждого должны определяться индивидуально при проведении ЭМГ-БОС-терапии. **Выводы.** ЭМГ-БОС тренировки являются перспективным методом в лечение патологий опорно-двигательного аппарата.

Ключевые слова: сколиоз, плоскостопие, метод биологической обратной связи, ЭМГ-БОС тренажер.

The use of EMG-BOS trainings in the rehabilitation treatment of scoliosis and foot deformities

Kozhevnikova Alisa Kirillovna, student;
Melkova Anastasiya Viktorovna, student
Ural State Medical University (Ekaterinburg)

Introduction. Treatment and rehabilitation of patients suffering from scoliosis remain urgent problems in orthopedics. The problem of flat feet in children also remains important. The biofeedback method (biofeedback) is one of the promising methods of restorative medicine. This technique allows the patient to learn how to control muscles in a playful way, control over which has been lost due to the underlying disease. **The aim of the study** is to develop the most optimal strategies for using the EMG-BOS method in scoliosis and flat feet. **Materials and methods.** All models of EMG-BOS simulators have a typical configuration: electrodes that read the signal when the muscle is strained; a broadcasting system that processes the signal read by the electrodes and transmits it to a computer; a computer uses the received signal to visualize muscle work; software supports motivation and adherence to treatment. **Results.** The principle of operation of EMG-BOS simulators is universal, only the place of attachment of the electrodes changes depending on the task. The purpose of therapeutic training using EMG BOS in patients with scoliosis is to correct the imbalance of the paravertebral muscles and create a strong muscular corset. To correct flat feet, it is necessary to train the flexor and supinator muscles of the feet. **Discussion.** The number of sessions and the duration of each should be determined individually during EMG-BOS therapy. **Conclusions.** EMG-BOS trainings are a promising method in the treatment of pathologies of the musculoskeletal system.

Keywords: scoliosis, flat feet, biofeedback method, EMG-BOS simulator.

Введение

Лечение и реабилитация пациентов, страдающих сколиозом, остаются актуальными проблемами в ортопедии. Необходимость поиска новых методов раннего выявления и мониторинга деформаций позвоночника, а также разработки эффективных методов консервативного лечения подчеркивает серьезность этой проблемы. Особенность сколиоза заключается в том, что это заболевание преимущественно детского возраста, и коррекция во взрослом возрасте затруднительна. Поэтому важно своевременно диагностировать сколиоз и начать его лечение. [1]

Плоскостопие является болезнью современной цивилизации. По разным оценкам плоскостопию подвержены 35% мальчиков и 20% девочек в детском возрасте, у взрослых данная патология диагностируется у 15–20% случаев. Плоскостопие — это прогрессирующее заболевание, которое может протекать бессимптомно на начальных стадиях, но впоследствии вызывает боль в ногах и спине, быструю утомляемость при ходьбе и другие симптомы. [2]

Метод биологической обратной связи (БОС) является одним из перспективных методов восстановительной медицины. Метод БОС по электромиографии (ЭМГ) — немедикаментозный аппаратурный метод лечения, при помощи которого па-

циент в игровой форме обучается управлению мышцами, контроль над которыми был утрачен из-за основного заболевания.

Уникальность данной методики заключается прежде всего в наглядном, понятном пациенту и специалисту визуальном сопровождении занятия на ЭМГ-БОС тренажере и, следовательно, повышению эффективности обучения больного процессам биоуправления амплитудой, ритмом биоэлектрической активности мышцы.

Цель исследования — разработка наиболее оптимальных стратегий использования ЭМГ-БОС метода при сколиозе и плоскостопии.

Материал и методы

Все модели ЭМГ-БОС тренажеров имеют типичную комплектацию: электроды, считывающие сигнал при напряжении мышцы; транслирующая система, которая обрабатывает сигнал, считанный электродами, и передает его компьютеру; компьютер использует полученный сигнал для визуализации работы мышц; программное обеспечение поддерживает мотивацию и приверженность к лечению. Визуализация работы мышц может быть представлена в виде графика, компьютерной игры и т.д.

Датчики ЭМГ регистрируют биоэлектрический сигнал, поступающий от мышцы, далее происходит определение ее электрической мощности. После начинается лечебный корректирующий процесс — пациент напрягает мышцу, а прибор фиксирует сигнал, преобразуя его в видеосигнал в виде графика или компьютерной игры.

Для проведения тренинга изначально необходимо определить «мышцу-мишень», то есть мышцу, на которую будет происходить воздействие. Исходя из диагностических данных, необходимо определить характер функционального нарушения. Мышца, функционирование которой будет компенсировать данное нарушение, можно назвать «мишенью». [3]

Результаты

Стоит отметить, что принцип работы ЭМГ-БОС тренажеров универсален, изменяется лишь место крепления электродов в зависимости от поставленной задачи.

Сколиоз — это ортопедическое заболевание, характеризующееся сложной многоплоскостной деформацией позвоночного столба и грудной клетки. Согласно принятой в нашей стране классификации сколиоза по В.Д. Чаклину (1973), степень тяжести патологического процесса определяют по величине угла искривления. Ведущими причинами заболевания, по мнению ряда исследователей, являются генетическая предрасположенность и метаболические нарушения в организме. Исследования вертебральных и паравертебральных структур (тел позвонков, межпозвонковых дисков, связочного аппарата и мышц) выявили ряд морфологических изменений, таких как смещение пульпозного ядра в выпуклую сторону сколиотической дуги. Однако эти изменения не доказывают, что они являются основной причиной развития сколиоза, а не его следствием. [1]

Цель лечебных тренировок с использованием БОС по ЭМГ у пациентов со сколиозом — коррекция дисбаланса паравертебральных мышц и создание прочного мышечного корсета. Среди мышц туловища, отвечающих за вертикализацию тела, особое значение имеет *m. erector spinae*. При сколиозе пучки волокон мышцы на выпуклой стороне искривления располагаются компактно, а на вогнутой стороне мышца распластана и частично подвержена жировому перерождению. Именно *m. erector spinae* образует мышечный валик на выпуклой стороне искривления. Задача терапии у пациентов со сколиозом — усиление работы ослабленных мышц, нормализация трофических процессов в них и выработка навыка правильной осанки при оптимальной статической нагрузке на симметричные группы паравертебральных мышц. Использование БОС по ЭМГ при сколиозе особенно оправдано из-за того, что паравертебральные мышцы хуже поддаются произвольному контролю по сравнению с мышцами верхней и нижней конечностей.

При С-образном сколиозе, локализованном в грудном отделе, наибольшей эффективности процедур можно добиться при наложении электродов на уровне апикального позвонка фронтального искривления.

При S-образном сколиозе для коррекции мышечного дисбаланса электроды целесообразно накладывать на уровнях вершин обеих дуг по лопаточной линии, начиная коррекцию на стороне вогнутости более выраженной сколиотической дуги.

Наиболее распространённой и социально значимой патологией в современной ортопедии является деформация стоп у детей. Например, по данным ряда исследователей распространённость плоскостопия составляет 0,6% — 77,9%. Такой широкий диапазон связан с различными критериями диагностики и сопутствующей патологией. На фоне нарушений биомеханики стопы, ее статической и биодинамической постановки может формироваться перекос таза, что неизбежно приведет к появлению адаптационного сколиоза.

Поперечное плоскостопие — это вид уплощенной стопы, при котором она имеет полное соприкосновение с полом из-за ее опущенного поперечного свода. Длина стопы уменьшается по причине разошедшихся в форме веера плюсневых костей, а также смещенного наружу большого пальца. Нормальное анатомическое строение стопы — с изгибами (продольным и поперечным сводами), что позволяет амортизировать любые нагрузки. [2]

При продольном плоскостопии уплощен продольный свод, и стопа соприкасается с полом почти всей площадью подошвы, длина стоп увеличивается. Плоскостопие находится в прямой зависимости от массы тела: чем больше масса и, следовательно, нагрузка на стопы, тем более выражено продольное плоскостопие. Данная патология имеет место в основном у женщин. Продольное плоскостопие встречается чаще всего в возрасте 16–25 лет, поперечное — в 35–50 лет.

Для коррекции данных нарушений необходимо, в том числе, тренировать мышцы сгибатели и супинаторы стоп. Во время тренировки методом БОС-ЭМГ электроды накладывают на поверхностно расположенные мышцы: I. — медиальная (внутренняя) головка икроножной мышцы — синергист сгибателей стопы (задней большеберцовой, длинных сгибателей

пальцев); II.— передняя большеберцовая мышца — супинатор стопы; III.— малоберцовые мышцы, осуществляющие отведение стопы.

Обсуждение

Количество сеансов и продолжительность каждого должны определяться индивидуально при проведении ЭМГ-БОС-терапии. Обычно основной курс лечения методом БОС включает не менее 10 сеансов, а продолжительность активной работы должна длиться не менее 20 минут. После завершения основного

курса может быть проведён дополнительный курс 2–3 раза в неделю для закрепления и отработки правильного паттерна. [4]

Выводы

ЭМГ-БОС тренировки являются перспективным методом в лечение патологий опорно-двигательного аппарата. Главным преимуществом метода является его универсальность и простота в применении. Количество сеансов и продолжительность тренировок напрямую зависят от тяжести патологии и определяются индивидуально.

Литература:

1. Зайцева Т. Н., Куликов А. Г., Ярустовская О. В. Сколиоз у детей: новые подходы к лечению и реабилитации. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2017;94(4):43–47.
2. Гацкан О. В. Лечение плоскостопия: обзор российской литературы // МНИЖ. 2021. № 1–3 (103).
3. Bailly F, Ceglia A, Michaud B, Rouleau DM and Begon M. Real-Time and Dynamically Consistent Estimation of Muscle Forces Using a Moving Horizon EMG-Marker Tracking Algorithm — Application to Upper Limb Biomechanics. Front. Bioeng. Biotechnol.— 2021 Feb 17.— 9:642742. doi: 10.3389/fbioe.2021.642742.
4. Сезнева Т. Н., Павлова В. Б., Ващалова Н. А., Балабанов Ю. В., Грачев А. В. Опыт использования метода БОС по параметрам ЭМГ в восстановительном лечении детей с идиопатическим сколиозом // Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования.— 2022.— № 2.— С. 23–28.

The role of information technology in medicine

Latipova Komila Dalimbekovna, assistant
Tashkent Medical Academy (Uzbekistan)

Information technologies are now used everywhere. Such an important area of human life as healthcare can be left aside, it is clear that there is no. The latest digital developments help the population around the world to positively develop the most promising methods of organizing assistance to influence. However, the importance of effectively building an IT infrastructure is becoming increasingly important. Many countries have been working in the field of medicine for a long time. Actively uses innovations.

Keywords: information technologies in medicine, clinic, health, patient, service.

Introduction

Information technologies (IT) are used everywhere in the modern world. Healthcare is no exception. Modern IT developments have a positive impact on the development of new ways of organizing medical care for the population. A large number of countries have been actively using new technologies in the healthcare sector for a long time. Conducting teleconsultations of patients and staff, exchanging information about patients between different institutions, remotely recording physiological parameters, monitoring operations in real time — all these opportunities are provided by the introduction of information technology in medicine.

Information systems are present in all areas of medicine and healthcare. Medicine is one of the problems of the recovery period after various exacerbations of radiation exposure. An automated system of their regulation in medical and healthcare systems, which increases the productivity of medical workers and improves the quality of patient care. Information systems have been created in the

healthcare system to work with information flows. An information system is a generalized set of organizationally regulated documents and the use of information technologies, including computer technology and communication tools that implement information processing processes.

II. Main part

The purpose of medical information systems is to support various tasks of providing medical services to the population, ensuring information exchange in the management of medical institutions and information management of the health system itself. Its independent tasks are to support the exchange of information on the results of scientific examinations, training and certification examinations. The following classes of medical information systems are known. For example, by the level of management and organization:

- State level
- Local institution level

— Individual level

Based on the tasks solved by one of the common classes of medical information systems:

Administrative and economic medical information system Laboratory and diagnostic medical information system Expert system of diagnostics, forecasting, monitoring Information and library search systems.

Educational information systems

Integrated Hospital Information System

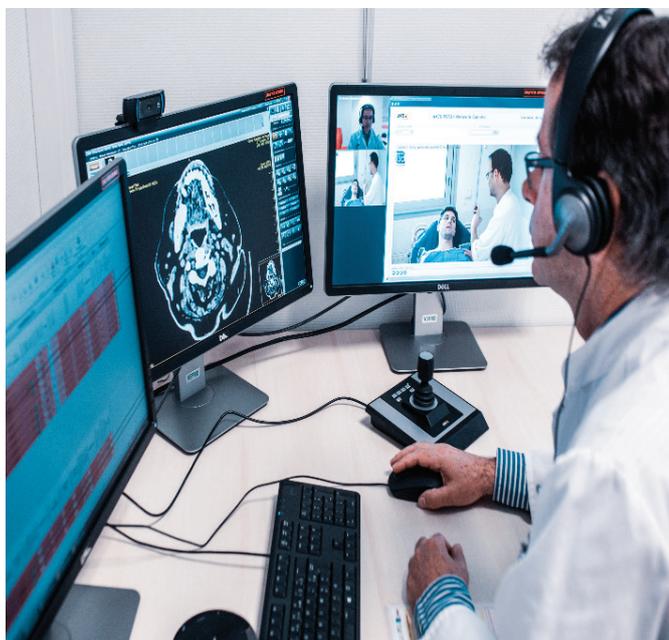
The administrative and economic information system includes accounting systems, various drug accounting programs, patient registration systems, medical document registration systems, information exchange automation systems, medical examination systems, procedure registration systems. Laboratory diagnostic tests are used to enter and store the results of micro laboratory systems, radiology, radiography, computed tomography, ultrasound in a medical information system.

Laboratory diagnostic tests are used for entering and storing the results of micro laboratory systems, radiology, radiography, computed tomography, ultrasound in a medical information system.

The expert system of diagnostics, forecasting, monitoring consists of special systems that analyze information and draw conclusions based on a special mechanism of cognition based on the field of science and logical conclusions. The information library search system includes the creation of an electronic catalog of all users, the preparation of reference information, the design and organization of a predictive database.

Educational information systems organize complex and practical methods of various trainings and exercises.

The integrated hospital information system combines information systems of several classes of various information systems and is aimed at a comprehensive solution of issues related to the specialty of a particular institution [3, 4]. An automated control system in medicine is a means of processing, collecting, storing and transmitting a set of medical information designed to create an advantage for every employee of the medical field through the use of automated systems as a management process.



The automated management system in medicine allows you to manage quickly and efficiently, exchange information in a short time, allocate time for creative work of employees, positively solve various tasks. Today, many automated control systems have been developed in medicine. These are systems with one employee, institutional, regional and national systems. The main components of these systems are:

Information technology (IT) is ubiquitous in the modern world.

Healthcare is no exception. Modern IT developments for the population have a positive attitude to the development of new methods of organizing the provision of medical care influence. Many countries have long supported healthcare. Actively uses new technologies. For patients and staff, conducting tele — consultations, informing patients between different institutions, sharing, remote recording of physiological indicators, real-time monitoring operations — all this allows medicine to use information technologies provided by implementation.

This new look at the informatization of healthcare leads to a phase of development, has a positive effect on all aspects of its activities shows.

The introduction of IT in healthcare will improve the quality of service, significantly speed up the work of staff and patient care can reduce rendering costs.

Information technologies in medicine and healthcare the following helps to solve problems:

- keeping records of patients in the clinic;
- a remote monitoring of their status;
- storage and transmission of diagnostic test results;
- a control of the correctness of the prescribed treatment;
- conducting distance learning;
- and consulting inexperienced employees.

Information technologies in medicine make it possible to qualitatively assess the condition of patients and monitor them. Electronic management of medical records the clinic reduces the time spent by employees on the production of various forms allows. All information about the patient provided by the medical institution is listed in a single document available to employees. Checks and all information about the results of the procedures is located it is entered directly in electronic form into the medical record. This guarantees the quality of treatment prescribed to other specialists.

The assessment allows you to identify inaccuracies in the diagnosis.

The use of IT in medicine Online for doctors at any convenient time allows for consultations. This means that the availability of medical services increases. It is possible that people receive qualified help from experienced doctors remotely. This is especially true for people:

- living in geographically remote areas;
- had a disability;
- caught in an emergency;
- located in a confined space.

So patients or doctors travel long distances for advice they don't need to go. A doctor with the help of modern information technologies can assess the patient's condition, examine him and get acquainted with all the results of his examination.

Such consultations are available not only to patients with physiological health problems. The interviews are also intended for people in need of psychiatric or psychological help allows. Audiovisual com-



munication allows the doctor to communicate with the patient and provide him with the necessary assistance.

To date, medical information systems are actively developing, which allow us to work more efficiently and faster. New financial investments in the development of medical IT are conditioned by their development and have a positive effect on well-being.

The data of such systems ensuring maximum protection is an urgent issue remains. Therefore, now the forces of developers are coming from outside to eliminate the probability. Informatization of healthcare is a very broad concept, which also includes activities aimed at informing about world scientific achievements in the field of medicine. So, this is training and advanced training of hospital and polyclinic staff.

Such technologies help doctors to work more efficiently and quickly learn about new developments and discoveries that will make it possible. This problem is especially relevant for medicine working in remote localities are relevant for employees.

The introduction of innovative technologies into medicine is fast and easy. This system interface is open even for untrained users and it is intuitive. The clinic staff quickly understands how these new technologies can work. Developers take into account all the nuances of the product helps to understand. After completing the training, which requires minimal time after that, medical workers will receive:

- working with information resources;
- holding a teleconference;
- Work in local and global computer networks;
- use help systems

Today, as part of the information of healthcare in Russia, it is planned to create a telemedicine system. With the right approach, this technology not only significantly improves the quality of medicines, but also reduces costs, helps to reduce. For example, when doctors go to scientific conferences, they do not need to save money for charity. They remotely participate in such activities they will be able to achieve.

Modern IT capabilities in healthcare allow all types of medical care to have a positive impact on the facades of buildings. Information in medicine the use of technology also allows:

- conducting distance learning;
- a establishing contacts to share experiences with colleagues;
- Get the latest health information.

III. Results

In addition, technology can improve the management of a medical facility possibly. Allows you to automate the operation of medical systems. Also, managers are recommended to apply to the Compulsory Medical Insurance Fund, more effective cooperation with the territorial storage management authority is provided with the opportunity. In medicine, a dog can help you with doctors, a registrar, an admissions committee, etc. D allows you to optimize the operation of services.

In addition, the use of innovative systems makes the institution simplify the system of providing tools. New technologies help quickly:

- Registration of income and expense transactions;
- exercising control over warehouses;
- formation of applications for the supply of medicines;
- control of medication intake;
- write-off of materials, blanks;
- a creation and submission of accounting documents to higher authorities.

IV. Conclusion

In medicine, information technologies are actively used in the educational sphere. Distance seminars are necessary for students of universities and medical schools to gain knowledge. Such technologies are well known to young specialists, the opportunity to at-

tend lectures of doctors, gain new knowledge and experience gives. All these possibilities are now available to Russian clinics. RoboMed unified medical system is the future of your institution. Your employees work more efficiently, bring more benefits and keep up with Western clinics will. We will help you implement this technology into your business by giving. In addition, we can help your em-

ployees with the system as soon as possible to learn how to work. If you have any questions during the work of Robo Med, our highly qualified staff helped them respond quickly and helps solve problems. When you buy this system, a personal service manager will come to your aid at any time, new application features and available ones will be assigned to you

References:

1. <https://robo-med.com>
2. <https://alp-itsm.ru/>
3. http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/17294/1/conference_tpu-2015-C24-381.pdf
4. <https://library.sammi.uz/>
5. <http://moodle.bsmi.uz/course/info.php?id=312>
6. Lee T. Users' Eperiences Of A Nursing Information System In Taiwan: One Year After Its Implementation. J Clin Nurs. 2008; 17(6):763–771.
7. Urquhart C, Currell R, Grant Mj, Hardiker Nr. Nursing Record Systems: Effects On Nursing Practice And Healthcare Outcomes (Review). The Cochrane Collaboration. Published By Johnwiley & Sons, Ltd. 2009. Avilable From: <Http://Www.Thecochranelibrary.Com>.
8. Bosma Rj, Rood E, Oudemansvan S, Van Der Spoel Ji, Wester Jpj, Zandstra Df. Intensive Care Information System Reduces Documentation Time Of The Nurses After Cardiothoracic Surgery. Intensive Care Med. 2003;

Лечебная гимнастика: путь к здоровью и душевному равновесию

Мамедова Ганира Вугаровна, студент

Научный руководитель: Ляшенко Анна Александровна, старший преподаватель;

Научный руководитель: Коротаева Маргарита Юрьевна, старший преподаватель

Оренбургский государственный медицинский университет

В статье рассмотрены лечебная физическая культура при заболеваниях и повреждениях нервной системы, благотворное влияние ЛФК на нормализацию жизни людей, укрепление здоровья.

Ключевые слова: лечебная физическая культура, нервная система, упражнение, вдох, выдох, гимнастика, мышцы.

Целью научного исследования является изучение лечебно-физической культуры при повреждениях нервной системы и методы лечебной гимнастики.

Материалом исследования послужил анализ соответствующей научной литературы и изучение статей, посвященные данной теме.

В современном мире, полном стрессов и тревог, забота о здоровье становится особенно актуальной. К сожалению, недуги затрагивают не только физическое тело, но и нашу психику. Неврастения, различные неврозы и другие заболевания нервной системы все чаще встречаются у людей разных возрастов.

Одним из действенных методов лечения и профилактики этих заболеваний является лечебная гимнастика. Физические упражнения, подобранные индивидуально, способны творить чудеса, помогая восстановить не только здоровье, но и душевное равновесие.

Как работает лечебная гимнастика?

– Укрепление мышц: Физические нагрузки позволяют укрепить мышечный корсет, что приводит к улучшению осанки, координации движений и гибкости суставов.

– Повышение общего тонуса: Регулярные упражнения стимулируют работу всех систем организма, повышая жизненную энергию и сопротивляемость к стрессам.

– Улучшение кровообращения: Гимнастика усиливает кровоток, что, в свою очередь, обеспечивает доставку кислорода и питательных веществ к тканям и органам.

– Нормализация сна: Физическая активность способствует более крепкому и спокойному сну, что благотворно влияет на общее самочувствие.

– Снижение тревожности и депрессии: Во время упражнений вырабатываются эндорфины — «гормоны счастья», которые помогают бороться с негативными эмоциями, улучшают настроение и дарят чувство спокойствия.

Кому показана лечебная гимнастика?

– Пациентам с неврастенией и другими неврозами: Гимнастика помогает снять симптомы раздражительности, утомляемости, головных болей, улучшить концентрацию внимания и память.

– Людям, страдающим от нарушений сна: Физические упражнения нормализуют режим сна, делая его более глубоким и продолжительным.

– Пациентам, проходящим реабилитацию: Гимнастика помогает восстановить функции организма после травм, операций или заболеваний.

– Всем, кто хочет улучшить свое здоровье и повысить стрессоустойчивость: Регулярные занятия физкультурой — это инвестиция в свое будущее и залог отличного самочувствия.

Как правильно заниматься лечебной гимнастикой?

– Индивидуальный подход: Комплекс упражнений должен подбираться специалистом с учетом состояния здоровья, возраста и возможностей пациента.

– Постепенное увеличение нагрузки: Не стоит сразу перегружать организм. Начинать следует с легких упражнений, постепенно увеличивая их количество и интенсивность.

– Регулярность: Для достижения желаемого эффекта заниматься необходимо регулярно, по 30–40 минут 3–4 раза в неделю.

– Сочетание с другими методами лечения: Лечебная гимнастика может быть частью комплексной терапии, включающей медикаментозное лечение и психотерапию.

Помните: Лечебная гимнастика — это не просто набор упражнений, а мощный инструмент, способный улучшить ваше здоровье и качество жизни.

Важно: Перед началом занятий обязательно проконсультируйтесь с врачом, чтобы исключить противопоказания.

Вывод: Движение — это не просто физическая активность, это инвестиция в наше здоровье и будущее. Регулярные занятия лечебной гимнастикой и физическими упражнениями помогут вам не только улучшить физическую форму, но и обрести душевное спокойствие, повысить стрессоустойчивость и зарядиться жизненной энергией.

И наконец, не стоит забывать, что занятия физической активностью могут стать отличным способом для социальной адаптации пациентов. Групповые занятия или тренировки под руководством инструктора не только способствуют улучшению физического состояния, но и создают возможность для общения, установления новых контактов и укрепления социальной поддержки.

Литература:

1. Кизько, А. П. Физическая культура. Теоретический курс: учебное пособие / А. П. Кизько, Л. Г. Забелина, Е. А. Кизько. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 128 с.
2. Сарычева, Т. В. История физической культуры и спорта: учебное пособие / Т. В. Сарычева; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013.
3. Тычинин, Н. В. Физическая культура в техническом вузе: учебное пособие / Н. В. Тычинин, В. М. Суханов. — Воронеж: ВГУИТ, 2017. — 99 с.
4. Чертов, Н. В. Физическая культура: учебное пособие / Н. В. Чертов. — Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2012. — 118 с.
5. Ловягина А. Е., Ильина Н. Л., Медников С. В. Психология физической культуры и спорта. М.: Юрайт, 2024. 391 с.
6. Лукьяненко В. П. Теория физической культуры и спорта. Практические занятия. Учебное пособие для вузов. М.: Лань, 2024. 116 с.
7. Ловягина А. Е., Ильина Н. Л., Медников С. В. Психология физической культуры и спорта. М.: Юрайт, 2024. 391 с.
8. Лукьяненко В. П. Теория физической культуры и спорта. Практические занятия. Учебное пособие для вузов. М.: Лань, 2024. 116 с.

Современные методы лечения минно-взрывных травм, полученных в боевых условиях

Мищук Александра Сергеевна, студент;

Сазонова Дарья Михайловна, студент;

Домарев Максим Александрович, студент

Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

В последние годы доля минно-взрывных травм среди населения в разы увеличилось, что связано с проведением боевых действий. Это сложные, комбинированные травмы, которые плохо поддаются лечению, часто осложняются и могут привести к ампутации конечностей. Ключевыми целями успешного спасения конечности при сложной травме нижних конечностей является раннее возвращение к передвижению, полное заживление костей и прочное покрытие мягких тканей [1].

В этом контексте концепция «реконструктивной лестницы» помогает подобрать наиболее подходящий метод реконструкции при травмах. Однако с появлением новых методов лечения, например, терапии ран отрицательным давлением и дермальные матрицы, она претерпела изменения [2]. Разрабатываются и активно внедряются передовые технологии по лечению травм, такие как дермальные заменители, регенеративные матрицы, перфорантные лоскуты на ножке и расширение тканей. Своевременная медицинская помощь, совершенствование хирургических методов позволили изменить тактику ведения травм нижних конечностей с акцентом на спасении конечности.

Цель: провести всесторонний анализ научных статей, где исследуются методы реконструкции сложных ран нижних конечностей, оценить относительную эффективность современных инновационных методов лечения боевых травм по сравнению с прак-

тиками, применяемыми в гражданской медицине, и выяснить, какие из них могут быть адаптированы или оптимизированы для улучшения исходов.

Материалы и методы: открытые источники из баз данных PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Library.

Ключевые слова: минно-взрывная травма, баллистическая травма, кожный лоскут, реконструктивные методы.

Modern methods of treating mine-explosive injuries received in combat conditions

In recent years, the proportion of mine-explosive injuries among the population has increased significantly, which is associated with military operations. These are complex, combined injuries that are difficult to treat, often become complicated and can lead to amputation of limbs. The key goals of successful limb salvage for complex lower extremity trauma are early return to ambulation, complete bony healing, and durable soft tissue coverage [1].

In this context, the concept of the «reconstructive ladder» helps to select the most appropriate method of reconstruction for trauma. However, with the advent of new treatments, such as negative pressure wound therapy and dermal matrices, it has changed [2]. Advanced technologies for the treatment of trauma, such as dermal substitutes, regenerative matrices, pedicled perforator flaps and tissue expansion, are being developed and actively implemented. Timely medical care and improvement of surgical methods have made it possible to change the tactics of managing lower extremity injuries with an emphasis on saving the limb.

Purpose: to review the literature on risk factors for the development of injuries in athletes, including physical activity, sleep, menstrual cycle, etc.

Materials and methods: open sources from PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Library databases.

Keywords: mine blast injury, ballistic injury, skin flap, reconstructive methods.

Реконструкция нижних конечностей после современной боевой травмы представляет собой серьезные проблемы для реконструктивного хирурга по сравнению с травмами нижних конечностей, наблюдаемыми у гражданского населения [3].

Высокоэнергетическое взрывное воздействие взрывных устройств приводит к обширной зоне поражения, что часто приводит к ограничению возможностей донорского участка для реконструкции. Неадекватная перфузия, сильно контаминированные открытые переломы, обнаженная кость с обнаженной надкостницей и нежизнеспособные сухожилия усугубляют сложность этих случаев [4]. Хотя ампутация в некоторых случаях неизбежна и даже является предпочтительным лечением [5], успешное сохранение конечности с оптимальным функциональным восстановлением может существенно улучшить качество жизни пациентов.

Оценка ситуации

Для принятия решения об ампутации конечности используется шкала тяжести искалеченных конечностей (MESS — Mangled Extremity Severity Score). Традиционно у гражданского населения показатель MESS7 и выше считается показанием к ампутации [6]. Но при баллистических ранениях прогностическая ценность этой оценки составляет только 64,3%, что не применимо при боевых ранениях [7]. При баллистических ранениях нижних конечностей самыми сильными предикторами неудачного спасения конечностей были длительная гипотония и ишемия. MESS также не может спрогнозировать, каким пациентам в конечном итоге потребуется поздняя ампутация [8]. А частота отсроченных ампутаций после боевых травм составляет 15% [9].

Диккенс и др. [10] выявили, факторами риска ампутации являются: увеличением площади раны, ипсилатеральный перелом переднего отдела стопы, перелом таранной кости, подошвенная рана и положительный результат посева раны. Сле-

дует отметить, что отсутствие подошвенной чувствительности не было значимо связано с повышенным риском ампутации.

Открытые переломы большеберцовой кости в боевых действиях связаны с более высокой частотой ампутаций. Дюсет и его коллеги [11] отметили в своем исследовании, что процент ампутаций в результате открытых переломов голени среди гражданского населения достигает 5%, тогда как среди военных этот показатель составляет 18%. При сильно контаминированных ранах, отрывных повреждений мягких тканей, культей ампутации используется интраоперационная индоцианин-зеленая лазерная ангиография (ICGLA) [12]. Она также помогает выявить нарушения перфузии, что изменяет тактику ведения операции.

Кожные лоскуты

Трансплантация свободных тканей у гражданских пациентов более эффективна при ее проведении в первые 72 часа [13]. Однако при получении боевых травм часто есть противопоказания к немедленной трансплантации свободных тканей, а время госпитализации пациента в специальный хирургический центр, оборудованном для лечения и реконструкции, может затягиваться на несколько дней и более.

Также боевые ранения ассоциированы с сильным загрязнением и девитализацией тканей, что требует проведения периодической хирургической обработки раны, внутривенного введения антибиотиков широкого спектра действия и более сложного лечения [14]. Основой лечения остается неотложная реваскуляризация, реанимация, стабилизация, репозиция перелома, санация всех пораженных мягких тканей и костных структур, терапия отрицательным давлением и раннее закрытие раны здоровой, хорошо васкуляризированной аутологичной тканью [15]. В статье, посвященной исследованию стандартных методов покрытия ран при военных травмах ко-

нечностей Ананд Р. Кумар и др. сообщили низком проценте неудач при проведении реконструкции с помощью свободных лоскутов и на ножке, выполненных в подостром периоде после серийной санации (1,4%). В другой статье, посвященной вариантам покрытия лоскутом и результатам при реконструкции конечностей, травмированных на войне Дженнифер Сабино и др. [16] выяснили, что 55% лоскутов представляли собой мышечные лоскуты, а 42% — кожно-фасциальные лоскуты. Наиболее частым свободным мышечным лоскутом была широчайшая мышца спины (13%), наиболее частым свободным кожно-фасциальным лоскутом был переднелатеральный лоскут бедра (11%), наиболее частым лоскутом на ножке был икроножный лоскут (17%) и наиболее частым кожно-фасциальным лоскутом на ножке был икроножный лоскут (6%). Традиционно массивная зона поражения при минно-взрывных ранениях считалась исключаяющим фактором для ротационного лоскута. Однако Бернс и др. [17] продемонстрировали, что лоскуты на ножке являются безопасным вариантом для тщательно отобранных случаев тяжелых повреждений конечностей.

Дополнительные реконструктивные методы

Сохранение длины остаточной конечности при ампутациях нижних конечностей имеет решающее значение для оптимизации подбора протеза и достижения максимального функционального результата. Дополнительным фактором, влияющим на функцию конечности, является достижение адекватного покрытия мягких тканей остаточной конечности. При гражданских травмах с этой целью широко используются дермальные заменители, регенеративные матрицы и расширение тканей [18]. Они также могут использоваться как дополнения к традиционным лоскутам для сохранения длины конечностей при ампутациях культей, связанных с боевыми травмами.

Флеминг и др. использовали биологический композитный заменитель дермы (Integra Life Sciences Inc.) со структурированной кожей, чтобы обеспечить гибкую поверхность при протезировании с сохранением функционального сегмента конечности [19].

Эффективным методом лечения сложных боевых ран мягких тканей с обнаженными сухожилиями является биоискусственная трансплантация кожных заменителей в сочетании

с наложением повязок при субатмосферных условиях и отсроченной кожной пластикой, что потенциально уменьшает необходимость в местном ротационном или свободном лоскуте [20]. Для сохранения максимальной длины культы и обеспечения гибкой поверхности для установки протеза также используются внешние тканевые расширители.

Валерио и др. [21] использовали матрицу мочевого пузыря свиньи в качестве биологического каркаса (MatriStem Micro-Matrix®, ACell, Inc., Мэриленд, США) для стимулирования грануляции кости без надкостницы. Успех был отмечен в 86% ран после применения MatriStem, которые завершились полным заживлением с помощью кожного трансплантата, дермального заменителя или покрытия лоскутом.

Выводы

Механизм повреждения, глубина и расположение раны являются важными факторами при выборе метода реконструкции сложных ран нижних конечностей. Однако, независимо от метода реконструкции, адекватная обработка нежизнеспособной ткани имеет решающее значение для общего успеха любого реконструктивного метода, и это имеет особое значение для ран нижних конечностей, где перфузия тканей может быть незначительной. Для удаления инородных материалов требуется тщательная обработка и ирригация. Ведь неадекватная санация может привести к стойким инфекционным осложнениям, остеомиелиту и отсроченной ампутации, которая в разы физически и психологически хуже воспринимается, чем ранняя ампутация. Боевые ранения, ассоциированные с высокой контаминацией, связаны с меньшей эффективностью в лечении инновационными технологиями, по сравнению с лечением у гражданских лиц.

Реанимационная помощь, серийная обработка ран, терапия ран отрицательным давлением и стабилизация переломов остаются основой раннего лечения, в то время как окончательное лечение проводится в военных лечебных учреждениях в подострой форме. Реконструктивные методы, такие как дермальные заменители, регенеративные матрицы и наружное расширение тканей, успешно изучены в качестве дополнительных методов лечения травм, связанных с войной. Однако перенос тканей на ножке и свободными тканями неизменно являются основными методами окончательного покрытия мягких тканей.

Литература:

1. Doukas WC, Hayda RA, Frisch HM, Andersen RC, Mazurek MT, Ficke JR, et al. The Military Extremity Trauma Amputation/Limb Salvage (METALS) study: outcomes of amputation versus limb salvage following major lower-extremity trauma. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95(2):138–45. doi: 10.2106/JBJS.K.00734.
2. Janis JE, Kwon RK, Attinger CE. The new reconstructive ladder: modifications to the traditional model. *Plast Reconstr Surg.* 2011;127:205–12S. doi: 10.1097/PRS.0b013e318201271c.
3. Geiger S, McCormick F, Chou R, Wandel AG. War wounds: lessons learned from Operation Iraqi Freedom. *Plast Reconstr Surg.* 2008 Jul;122(1):146–153. doi: 10.1097/PRS.0b013e3181773d19. PMID: 18594399.
4. Huh J, Stinner DJ, Burns TC, Hsu JR. Infectious complications and soft tissue injury contribute to late amputation after severe lower extremity trauma. *J Trauma.* 2011;71(Suppl 1): S47–51. doi: 10.1097/TA.0b013e318221181d.
5. Brown KV, Ramasamy A, McLeod J, Stapley S, Clasper JC. Predicting the need for early amputation in ballistic mangled extremity injuries. *J Trauma.* 2009;66(Suppl 4): S93–7. doi: 10.1097/TA.0b013e31819cdcb0.

6. Johansen K, Daines M, Howey T, Helfet D, Hansen ST, Jr Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. *J Trauma*. 1990;30(5):568–72. doi: 10.1097/00005373-199005000-00007.
7. Brown KV, Ramasamy A, McLeod J, Stapley S, Clasper JC. Predicting the need for early amputation in ballistic mangled extremity injuries. *J Trauma*. 2009;66(Suppl 4): S93–7. doi: 10.1097/TA.0b013e31819cdbc0.
8. Casey K, Demers P, Deben S, Nelles ME, Weiss JS. Outcomes after long-term follow-up of combat-related extremity injuries in a multidisciplinary limb salvage clinic. *Ann Vasc Surg*. 2015;29(3):496–501. doi: 10.1016/j.avsg.2014.09.035.
9. Tintle SM, Keeling JJ, Shawen SB. Combat foot and ankle trauma. *J Surg Orthop Adv*. 2010;19(1):70–6.
10. Dickens JF, Kilcoyne KG, Kluk MW, Gordon WT, Shawen SB, Potter BK. Risk factors for infection and amputation following open, combat-related calcaneal fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;95(5): e24. doi: 10.2106/JBJS.L.00003.
11. Doucet JJ, Galarneau MR, Potenza BM, Bansal V, Lee JG, Schwartz AK, et al. Combat versus civilian open tibia fractures: the effect of blast mechanism on limb salvage. *J Trauma*. 2011;70(5):1241–7. doi: 10.1097/TA.0b013e3182095b52.
12. Green JM, 3rd, Sabino J, Fleming M, Valerio I. Intraoperative fluorescence angiography: a review of applications and outcomes in war-related trauma. *Mil Med*. 2015;180(Suppl 3):37–43. doi: 10.7205/MILMED-D-14-00632.
13. Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg*. 1986;78(3):285–92. doi: 10.1097/00006534-198609000-00001.
14. Kumar AR. Standard wound coverage techniques for extremity war injury. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10 Spec No): S62–5. doi: 10.5435/00124635-200600001-00014.
15. Sherman R, Rahban S, Pollak AN. Timing of wound coverage in extremity war injuries. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(10 Spec No.): S57–61. doi: 10.5435/00124635-200600001-00013. PMID: 17003209.
16. Sabino J, Polfer E, Tintle S, Jessie E, Fleming M, Martin B, et al. A decade of conflict: flap coverage options and outcomes in traumatic war-related extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg*. 2015;135(3):895–902. doi: 10.1097/PRS.0000000000001025.
17. Burns TC, Stinner DJ, Possley DR, Mack AW, Eckel TT, Potter BK, et al. Does the zone of injury in combat-related Type III open tibia fractures preclude the use of local soft tissue coverage? *J Orthop Trauma*. 2010;24(11):697–703. doi: 10.1097/BOT.0b013e3181d048b8.
18. Dini V, Romanelli M, Piaggese A, Stefani A, Mosca F. Cutaneous tissue engineering and lower extremity wounds (part 2) *Int J Low Extrem Wounds*. 2006;5(1):27–34. doi: 10.1177/1534734606286464.
19. Fleming ME, O'Daniel A, Bharmal H, Valerio I. Application of the orthoplastic reconstructive ladder to preserve lower extremity amputation length. *Ann Plast Surg*. 2014;73(2):183–9. doi: 10.1097/SAP.0b013e3182a638d8.
20. Helgeson MD, Potter BK, Evans KN, Shawen SB. Bioartificial dermal substitute: a preliminary report on its use for the management of complex combat-related soft tissue wounds. *J Orthop Trauma*. 2007;21(6):394–9. doi: 10.1097/BOT.0b013e318070c028.
21. Valerio IL, Campbell P, Sabino J, Dearth CL, Fleming M. The use of urinary bladder matrix in the treatment of trauma and combat casualty wound care. *Regen Med*. 2015;10(5):611–22. doi: 10.2217/rme.15.34.

Особенности диагностики и лечения коксартроза

Перевозчикова Виктория Александровна, студент;
Пинжанина Юлия Валерьевна, студент;
Богданова Ирина Александровна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

В статье представлены проблемы своевременной диагностики коксартроза, а также возможности лечения в зависимости от степени поражения сустава.

Ключевые слова: коксартроз, артроз, тазобедренный сустав, поражение сустава, диагностика, лечение, эндопротезирование, стимуляция костного мозга.

The article presents the problems of timely diagnosis of coxarthrosis, as well as the possibility of treatment depending on the degree of joint damage.

Keywords: coxarthrosis, arthrosis, hip joint, joint lesion, diagnosis, treatment, endoprosthesis, bone marrow stimulation.

Коксартроз — это группа заболеваний различной этиологии, связанных с повреждением всех компонентов сустава, что приводит к боли, ограничению подвижности и ухудшению качества жизни пациента.

Одной из главных проблем в России является недостаточная осведомленность населения о коксартрозе, что часто приводит

к несвоевременному обращению к врачу и запоздалому лечению. Кроме того, проблемой также остается доступность высококачественных медицинских услуг и инструментов для диагностики и лечения коксартроза.

Цель: провести анализ методов диагностики и лечения коксартроза.

Материалы и методы: открытые источники из баз данных PubMed, Elibrary, научной электронной библиотеки КиберЛенинка.

Введение

В течение последних нескольких десятилетий, число заболеваний опорно-двигательного аппарата возрастает, ввиду чего наблюдается отрицательная динамика показателей здоровья населения, включающая в себя рост распространенности заболеваний, увеличение доли наступления нетрудоспособности, наступление инвалидности. Подобные тенденции за последнее десятилетие активно наблюдаются абсолютно во всех возрастных группах [1].

Среди всех заболеваний опорно-двигательного аппарата коксартроз занимает второе место после гонартроза по распространенности.

Согласно российским клиническим рекомендациям: «Коксартроз (КА) — это гетерогенная группа заболеваний различной этиологии со сходными биологическими, морфологическими, клиническими проявлениями и исходом, в основе которых лежит поражение всех компонентов сустава: хряща, субхондральной кости, синовиальной оболочки, связок, капсулы, а также периартикулярных мышц».

По мнению современных ученых, такое заболевание, как коксартроз возникает вследствие сочетания различных факторов: нарушения метаболизма, наследственная предрасположенность, возрастные изменения, аномалии развития сосудов, ожирение и воздействие неблагоприятных условий окружающей среды и труда, а также весомое влияние вносит коморбидность пациентов. [3–8].

Диагностика

Диагностика КА основывается на выводах клинического и рентгенологического исследований [10].

При обследовании пациента с подозрением на КА рекомендуется тщательно собрать анамнез и провести полноценное клиническое обследование [10].

Физикальное обследование

В первую очередь, оцениваем функционирование пораженного тазобедренного сустава по степени ограничения активных и пассивных движений, состояние мышц нижней конечности и походку пациента, обращая внимание на хромоту и степень опоры пациента на ногу. Необходимо обратить внимание на выражение лица пациента, которое может выражать боль и дискомфорт [10].

Для оценки тяжести состояния и активности пациентов с коксартрозом наиболее распространенным в клинической практике стал индекс Лекена [10]. Индекс состоит из трех подшкал (боль или дискомфорт, максимальное расстояние ходьбы, ежедневная активность). Полученные баллы, позволяют сделать выводы о тяжести состояния пациентов с коксартрозом.

Лабораторные диагностические исследования

В настоящее время не существует «золотого стандарта» лабораторной диагностики КА, что связано со слишком низкой концентрацией биохимических маркеров в крови и моче.

Лабораторные исследования назначаются в первую очередь с целью оценки состояния внутренних органов и систем, а также для дифференциальной диагностики [10].

Инструментальные диагностические исследования

Рентгенография ТБС — традиционный метод обследования пациентов с коксартрозом. Данный метод позволяет оценить стадию заболевания и определить этиологию [10].

Иные диагностические исследования

При правильно проведенном рентгенологическом исследовании выявление и оценка стадии развития КА, как правило, не вызывают затруднений. Рекомендуется дифференцировать заболевания, сходные по клинической картине с коксартрозом, для дальнейшей тактики лечения.

Среди заболеваний со схожей клинической картиной можно выделить воспалительный артрит, характеризующийся жалобами на боль и скованность во время сна и в состоянии покоя, что мешает поставить правильный диагноз на начальных этапах обследования пациента. [10].

Лечение

Тактика ведения пациента зависит от стадии заболевания: так, например, консервативное лечение рекомендовано при начальных стадиях КА (I–II стадия по классификации Косинской и Келлгрена–Лоуренса) напротив, хирургическое, с обязательным продолжением консервативной терапии применяется в следующих случаях: при стадиях КА выше II или в случаях отсутствия положительной динамики в ответ на консервативное лечение, а также при выраженном болевом синдроме, который не купируется лекарственными препаратами у пациентов со II стадией коксартроза по указанным классификациям; в зависимости от возрастной группы пациента; при наличии коморбидности; распространенности (одно- или двусторонностью) поражения; при значительной разнице в длине нижних конечностей; при нарушении биомеханизма движений в суставе; при недостаточности или деформации крыши вертлужной впадины.

Консервативные методы лечения

Немедикаментозная терапия

Для улучшения функционального состояния и профилактики дальнейшего развития заболеваний опорно-двигательного аппарата в ряде случаев применяется кинезиотерапия, которая, по большому счету, является комплексом упражнений, применяемых при заболеваниях мышечно-суставной системы.

При прогрессирующих заболеваниях опорно-двигательного аппарата, в частности, при коксартрозе, кинезиотерапия может играть ключевую роль в лечении и реабилитации.

Приоритетной целью кинезиотерапии является улучшение качества жизни пациента, поэтому данный метод направлен на улучшение подвижности в тазобедренном суставе, укрепление различных групп мышц, связанных с тазобедренным суставом (в частности, мышцы бедра и ягодиц), а также улучшение координации движений.

К пациентам необходим индивидуальный подход, поскольку степень развития коксартроза и его симптомы различны у каждого из них, поэтому подобная терапия назначается только лечащим врачом и курируется врачом лечебной физкультуры.

При адекватно подобранном режиме и индивидуальном подходе подобные тренировки являются высокоэффективной технологией медицинской реабилитации, что подтверждается динамикой основных клинических и функциональных изменений при коксартрозе и гонартрозе I–II стадий [9].

Медикаментозная терапия

Этиотропная фармакотерапия КА до настоящего времени не разработана, поэтому медикаментозное лечение имеет симптоматическую направленность. На начальных стадиях заболевания и при множественном поражении суставов рекомендовано назначение «базисной терапии»: хондроитина сульфата, глюкозамина, их комбинаций, а также прочих нестероидных противовоспалительных и противоревматических препаратов, которые рекомендованы как для симптоматической терапии (НПВС, глюкозамин, хондроитин сульфат), так и для улучшения функции суставов.

Физиотерапия

Данный метод рекомендован к применению на ранних стадиях развития КА и имеет ряд положительных эффектов: усиление репаративной регенерации хрящевой ткани, обезболивающий эффект (при совместном применении с лекарственными препаратами) и т.д.

Наиболее эффективно назначение курсового лечения:

— низкочастотная магнитотерапия (представляет собой неподвижное магнитное поле; курс лечения 10–15 процедур, первые 5 дней — частота 100 Гц, напряженность 8 мТл, длительность 20 мин; последующие 5–10 дней назначается бегущее импульсное магнитное поле частотой 6,25 Гц, напряженность 20 мТл, длительность 20 мин);

— лазеропунктура (инфракрасное излучение с длиной волны 890 нм, мощностью до 100 Вт в непрерывном и импульсном режимах. Курс лечения ТБС — 10–12 дней, мощность излучения 10 Вт, частота 80 Гц, длительность процедуры 5–8 мин, курс лечения коленного сустава — 6–10 процедур, мощность излучения 8 Вт, частота 100 Гц, длительность процедуры 8–10 мин);

— воздействие ультразвуком (импульсный ультразвук низкой интенсивности (курс лечения 24 процедуры, импульсный режим 1:5, частота 1 МГц, интенсивность: 0,2 Вт см², суммарная доза 112,5 Дж/см²);

— чрескожная короткоимпульсная электростимуляция (применение моно- и биполярных импульсов длительностью 20–500 мкс, сериями по 20–100 импульсов частотой 2–200 Гц);

— дополнительный метод лечения — классическая акупунктура с целью обезболивания [10].

Инъекционная терапия в суставы

Для улучшения жизни пациента, купирования болевого синдрома возможна внутрисуставная инъекция протеза из синовиальной жидкости на основе гиалуроновой кислоты. Сильное противовоспалительное действие оказывает внутрисуставное введение кортикостероидов, однако имеются высокие риски развития вторичного остеонекроза и усугубления дегенерации суставного хряща. Поэтому их применение возможно в ситуациях, когда не удается купировать синовит привычными дозами НПВС. [11].

Хирургическое лечение

Значительное и длительное клиническое улучшение достигается с помощью операций. Приоритетным направлением в хирургическом лечении на ранних стадиях КА являются органосохраняющие операции, которые в большинстве случаев могут отсрочить, а иногда и предотвратить развитие серьезных последствий и поздних стадий заболевания у пациентов, нуждающихся в эндопротезировании ТБС. При выборе артроскопического лечения рекомендуется учитывать: клиническую картину у конкретного пациента, возраст, одно- или двустороннее поражение, биомеханические и анатомические взаимоотношения элементов ТБС, степень повреждения суставного хряща. Различные варианты остеотомий проксимального отдела бедра в АНГБС позволяют эффективно снять болевой синдром на 6–8 лет при коксартрозе II ст. и на 3–4 года — при коксартрозе III ст. Но есть и негативные аспекты операции: изменяется нормальная анатомия бедренной кости, формируются стойкие контрактуры и дегенеративные процессы в тазобедренном суставе, позвоночнике и прилегающих суставах продолжают прогрессировать, и последующее эндопротезирование сустава становится в первую очередь затруднительным. Декомпрессия, фенестрация головки бедренной кости, выполняемая с использованием малоинвазивной техники, позволяет добиться ремиссии на ранней стадии заболевания на срок до 6–8 лет, и это хирургическое вмешательство не влияет на дальнейшее развитие дегенеративного процесса тазобедренного сустава. Малоинвазивная декомпрессионная методика с пластикой места остеонекроза аутоотрансплантатами и биорезорбтивными материалами позволяет добиться положительных результатов при арт. II и значительно уменьшить клинические проявления заболевания при арт. III. Наиболее перспективные остеокондуктивные и механические характеристики были получены при использовании высокоплотного биорезорбирующего материала, меньшая прочность — при использовании аутоотрансплантатов из губчатой кости. Различные варианты остеотомий проксимального отдела бедренной кости при АНГБС позволяют эффективно снять болевой синдром на 6–8 лет при коксартрозе II степени. а через 3–4 года — при

коксартрозе III ст. Но есть и негативные аспекты операции: изменяется нормальная анатомия бедренной кости, формируются стойкие контрактуры и дегенеративные процессы в тазобедренном суставе, позвоночнике и прилегающих суставах продолжают прогрессировать, и последующее эндопротезирование сустава становится в первую очередь затруднительным. Декомпрессия, фенестрация головки бедренной кости, выполняемая с использованием малоинвазивной техники, позволяет добиться ремиссии на ранней стадии заболевания на срок до 6–8 лет, и это хирургическое вмешательство не влияет на дальнейшее развитие дегенеративного процесса тазобедренного сустава. Малоинвазивная декомпрессионная методика с пластикой места остеонекроза аутотрансплантатами и биорезорбтивными материалами позволяет добиться положительных результатов при арт. II и значительно уменьшить клинические проявления заболевания при арт. III. Наиболее перспективные остеокондуктивные и механические характеристики были получены при использовании высокоплотного биорезорбирующего материала, меньшая прочность — при использовании губчатых костных аутотрансплантатов [11].

Эндопротезирование тазобедренного сустава в настоящее время считается «золотым стандартом» лечения коксартроза. Вместо поврежденного сустава имплантируется искусственный, что помогает восстановить подвижность конечности и, как следствие, улучшить качество жизни. Для долгосрочного успешного функционирования эндопротезов необходим адекватный выбор имплантата, основанный на учете особенностей пациента: активности, общего состояния здоровья, качественного состава костной ткани, индивидуальных анатомических особенностей строения и интенсивности патологического процесса. [10]

Иные методы лечения

Микрофрактурация (микрорелом) — это метод стимуляции костного мозга в тазобедренном суставе для лечения дефектов хряща, связанных с бедренно-вертлужным ущемлением, нестабильностью или травматическим повреждением бедра. Основные показания к микрореломам бедра включают очаговые и ограниченные поражения, обычно менее 4 см в диаметре, дефекты на всю толщину в зонах нагрузки, нестабильные поражения с неповрежденной субхондральной костью и очаговые поражения без признаков окружающей хондромалиции. Смысл метода заключается в привлечении плюрипотентных мезенхимальных стволовых клеток в дефект

хряща для создания фиброзного хряща. Сразу после микрорелома образуется сгусток костного мозга, обеспечивающий идеальную среду для плюрипотентных клеток костного мозга и мезенхимальных стволовых клеток для дифференцировки в стабильную репаративную ткань. Хотя не существует опубликованных долгосрочных проспективных или рандомизированных контролируемых исследований микрореломов бедра, но малые клинические наблюдения показывают значительное улучшение жизни пациентов [12–13].

Терапия стволовыми клетками представляется наиболее перспективной для регенерации суставной ткани, особенно на средних и поздних стадиях заболевания. Из различных типов стволовых клеток мезенхимальные стволовые клетки являются наиболее перспективными, поскольку их относительно легко собрать, они очень хорошо пролиферируют, не вызывают образования опухолей и очень хорошо переносятся иммунной системой [14].

Выводы

В настоящее время проблемами своевременной диагностики коксартроза являются: ощущение мнимого благополучия при диспластическом КА с аплазией вертлужной впадины, из-за чего на начальных стадиях развития артроза пациенты отмечают широкую амплитуду движений в ТБС, что способствует их активным занятиям различными видами спорта; отсутствие специфических лабораторных маркеров, позволяющих выявить раннее развитие коксартроза; позднее обращение пациентов, связанное с продолжительным болевым синдромом, что в значительной степени затрудняет применение малоинвазивных технологий.

Отсутствие полноценной этиотропной терапии коксартроза не позволяет прибегнуть к методам исключительно консервативного лечения, из-за чего риски осложнений при ведении определенных групп пациентов значительно возрастают. В ходе хирургического лечения изменяется нормальная анатомия бедренной кости, может сформироваться стойкая контрактура и неуклонно прогрессировать дегенеративные процессы в тазобедренном суставе, позвоночнике и смежных суставах. Также определенные трудности могут возникать и при подборе эндопротеза тазобедренного сустава.

Наиболее перспективным методом лечения на данный момент является терапия стволовыми клетками, поскольку его можно применять на средних и поздних стадиях заболевания и данный метод сопряжен с минимальными рисками.

Литература:

1. Эпидемиология коксартроза / В. А. Корьяк, В. А. Сороковиков, В. В. Свистунов, Т. В. Шарова. — Текст: непосредственный // Сибирский медицинский журнал. — 2013. — № 8. — С. 2.
2. Волокитина, Е. А. Коксартроз и его оперативное лечение: специальность 14.00.22. «14.00.22. — Травматология и ортопедия»: диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Волокитина Елена Александровна; Государственное учреждение России научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г. А. Илизарова. — Курган, 2003. — 46 с. — Текст: непосредственный.
3. Hunter, D. Focusing osteoarthritis management on modifiable risk factors and future therapeutic prospects / D. Hunter. — Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт]. — URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22870426/> (дата обращения: 24.05.2024).

4. Oben, J. Phellodendron and Citrus extracts benefit joint health in osteoarthritis patients: a pilot, double-blind, placebo-controlled study / J. Oben.— Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт].— URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2739863> (дата обращения: 24.05.2024).
5. Остеоартроз тазобедренного сустава как медико-социальная проблема здравоохранения / Н. Ю. Стасевич, К. А. Саркисов, И. Н. Смыслов, Ю. Н. Учайкин.— Текст: непосредственный // Клинический опыт Двадцатки.— 20`5.— № 2.— С. 48–51.
6. Kс, R. Osteoarthritis-like pathologic changes in the knee joint induced by environmental disruption of circadian rhythms is potentiated by a high-fat die / R. Kс.— Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт].— URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26584570/> (дата обращения: 24.05.2024).
7. High hand mobility is associated with radiological CMC1 osteoarthritis: the AGES-Reykjavik stud / H. Jonsson.— Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт].— URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2756801/> (дата обращения: 24.05.2024).
8. Harris, E. C. HIP osteoarthritis and work // Best Pract Res Clin Rheumatol / E. C. Harris.— Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт].— URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26612242/> (дата обращения: 24.05.2024).
9. Эффективность кинезитерапии при ортопедической патологии крупных суставов / Н. Б. Щеколова, В. М. Ладейщиков, В. Г. Козюков [и др.].— Текст: непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал.— 2021.— № 11.— С. 2–4.
10. Тихилов Р. М., Ли́ла А. М., Кочиш А. Ю., Алексеева Л. И., Шубняков И. И., Денисов А. О., Божкова С. А., Стафеев Д. В., Буйлова Т. В., Бодрова Р. А., Цыкунов М. Б., Израелян Ю. А. Коксартроз. Клиника, диагностика и лечение: клинические рекомендации (в сокращении) // Вестник травматологии и ортопедии им Н. Н. Приорова.— 2022.— Т. 29.— № 1.— С. 87–112. doi: 10.17816/vto107102
11. Органосохраняющие оперативные вмешательства при лечении больных с асептическим некрозом головки бедренной кости / В. М. Шаповалов, В. А. Аверкиев, В. А. Артюх [и др.].— Текст: непосредственный // Вестник Российской военно-медицинской академии.— 2012.— № 1.— С. 28–33.
12. Современные методы хондропластики и возможности стимуляции регенеративных процессов суставного хряща / В. И. Тельпухов, А. В. Гаркави, А. С. Чагин [и др.].— Текст: непосредственный // медицинский вестник Северного Кавказа.— 2022.— № 17.— С. 467–470.
13. Kevin, C. M. Hip Microfracture: Indications, Technique, and Outcomes / C. M. Kevin.— Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт].— URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17472325/> (дата обращения: 24.05.2024).
14. Michael, Thoene The Current State of Osteoarthritis Treatment Options Using Stem Cells for Regenerative Therapy: A Review / Thoene Michael.— Текст: электронный // The National Center for Biotechnology Information advances science and health by providing access to biomedical and genomic information.: [сайт].— URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10219560/> (дата обращения: 24.05.2024).

Острый компартмент-синдром: лечение и осложнения

Погарцева Александра Максимовна, студент;
Сейтшаева Анна Александровна, студент;
Скляева Кристина Владимировна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Научный руководитель: Егоров Иван Александрович, врач травматолог-ортопед
ФГБУЗ «Центральная медико-санитарная часть № 91 Федерального медико-биологического агентства» (г. Лесной, Свердловская обл.)

Острый компартмент-синдром (ОКС), называемый еще синдромом длительного сдавления, определяется как клиническое заболевание, возникшее в результате травмы или других состояний, вызывающих кровотечение, отек и нарушение перфузии конечностей. Впервые был описан Рихардом фон Фолькманном в 1881 году, более 140 лет тому назад. Однако его до сих пор сложно диагностировать и эффективно лечить.

ОКС может развиваться в результате поражения различных групп мышц, но чаще всего конечностей [1]. Наиболее распространенной причиной являются переломы, которые приводят к внутримышечному кровоизлиянию [2]. Среди других причин стоит выделить размозжения, тупые травмы, экстравазации и укусы насекомых.

Не учитывая первопричину развития ОКС, для профилактики осложнений требуется принятие срочных мер по устранению нарушения перфузии поврежденных тканей [3]. При этом выбор оптимальной тактики ведения помогает предотвратить инвалидизацию и даже смерть пациента.

Цель: провести обзор литературы, посвященной синдрому длительного сдавления, методам лечения, возможным осложнениям.

Материалы и методы: открытые источники из баз данных PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Library.

Ключевые слова: острый компартмент-синдром, синдром длительного сдавления, рабдомиолиз, фасциотомия.

Long-term compartment syndrome: treatment and complications

Acute compartment syndrome (ACS), also called compartment syndrome, is defined as a clinical condition resulting from trauma or other conditions that cause bleeding, swelling, and impaired perfusion of the extremities. It was first described by Richard von Volkmann in 1881, more than 140 years ago. However, it is still difficult to diagnose and treat effectively.

ACS can develop as a result of damage to various muscle groups, but most often the limbs [1]. The most common cause is fractures, which lead to intramuscular hemorrhage [2]. Other causes include crush injuries, blunt trauma, extravasation and insect bites.

Without taking into account the root cause of the development of ACS, the prevention of complications requires taking urgent measures to eliminate impaired perfusion of damaged tissues [3]. At the same time, choosing the optimal management tactics helps prevent disability and even death of the patient.

Purpose: to review the literature on long-term compartment syndrome, treatment methods, and possible complications.

Materials and methods: open sources from PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Library databases.

Keywords: acute compartment syndrome, long-term compartment syndrome, rhabdomyolysis, fasciotomy.

ОКС необходимо диагностировать и лечить на ранней стадии с помощью хирургической декомпрессии и фасциотомии, иначе могут развиваться необратимые изменения мышц и нервов [4].

Хотя в литературе описываются случаи консервативного лечения, данный метод терапии не рекомендован — успешно пролеченный консервативным методом пациент с ОКС, вероятно, никогда не имел истинного компартмент-синдрома.

Патофизиология

Скелетная мышца состоит из мышечных волокон, собранных в мышечные группы. Мышечные фасции представляют собой волокнистые и прочные барьеры, которые окружают и ограничивают одну или несколько групп мышц. Фасция различается по толщине в зависимости от локализации на теле [5].

ОКС развивается, когда давление внутри мышечной фасции увеличивается. В результате этого сначала нарушается микроциркуляция, а если давление продолжает расти, вены и, в конечном итоге, артерии пережимаются. Давление также может увеличиваться во внутрифасциальном пространстве в случае выраженного отека или кровотечения, или если внутрифасциальный объем уменьшается, например, при сдавлении тугими тканевыми или гипсовыми повязками.

После прекращения кровоснабжения начинается острое повреждение мышц и нервов [6]. Когда миоциты не получают достаточного количества кислорода, возникает некроз и рабдомиолиз, при этом высвобождается миоглобин, который может привести к острой почечной недостаточности.

Этиология

В исследовании 2000 года с участием 164 пациентов [7] было установлено, что первопричиной острого компартмент-син-

дрома был перелом в 69% случаев и травма мягких тканей без перелома в 23% случаев, в 9% случаев причина была атрауматичная.

Наиболее частой причиной ОКС является перелом большеберцовой кости. Риск развития ОКС более велик в раннем возрасте — в исследовании 2015 года ОКС после перелома большеберцовой кости чаще развивался в возрастной группе 12–29 лет [8]. У мужчин патология чаще встречается, чем у женщин.

ОКС чаще всего возникает в течение 1–2 дней, но может возникнуть через несколько дней или менее, чем через 3 часа после первопричины.

Поэтому для диагностики ОКС важно следить за клиническим состоянием пациента.

Диагностика

Для диагностики ОКС используют клинические данные, измерение внутрикамерного давления, измерение оксигенации, биомаркеров и неврологического статуса [9].

Многообещающей является диагностика на основе тропонина, который обнаруживается в мышечных клетках [10]. Для выявления и лечения осложнений ОКС рекомендованы тесты на рабдомиолиз (уровень креатинкиназы и миоглобина) и измерение функции почек. Методы визуализации могут применяться у пациентов без сознания для выявления травм. Также для диагностики ОКС применяется спектроскопия ближнего инфракрасного диапазона (NIRS), измеряющая оксигенацию тканей [11].

Клиническая картина

К классическим признаками компартмент-синдрома у бодрствующего пациента относятся симптомы «5P»: непропорциональная боль, бледность, парестезии, паралич и отсутствие пульса (pallor, disproportionate pain, pulselessness, paresthesia and

paralysis). Шестой симптом — боль при пассивном растяжении — теперь также включен в число диагностических признаков [12].

Важно помнить о патофизиологии заболевания. Бледность и отсутствие пульса могут быть следствием ущемления артериального кровообращения, которое происходит только на поздних стадиях развития заболевания, и поэтому существует риск того, что пациент уже получил необратимые повреждения на момент диагностирования ОКС.

Прасарн и др. утверждают, что наиболее надежным ранним симптомом надвигающегося компартмент-синдрома является боль, непропорциональная травме [13]. Подозревать ОКС стоит тогда, когда нет всех 5 симптомов, но боль провоцируется пассивным растяжением пораженной мышцы или если мышцы твердые/напряженные при пальпации.

У детей при постановке диагноза руководствуются симптомами «3А»: возбуждение, тревога и постоянно возрастающая потребность в анальгетиках (agitation, anxiety and an ever-increasing need for analgesics).

Измерение внутрикамерного давления

Измерение внутрикамерного давления является наиболее широко используемым параклиническим обследованием для диагностики ОКС [14], но его проведение не является простым обследованием. Решающее значение имеет расположение иглы в правильной камере [15]. Рекомендовано измерять давление во всех отделах пораженного участка тела, не менее 2 раз в каждой камере, чтобы не пропустить ОКС в соседнем отделе. При переломе измерения необходимо проводить на расстоянии в 5 см от места перелома.

Нормальный диапазон внутрифасциального давления в зависимости от анатомической области колеблется от 0 до 4 мм рт. ст. до 8–10 мм рт. ст. у взрослых и 10–15 мм рт. ст. у детей. Однако не существует единого мнения относительно диагностического порогового значения при ОКС.

При превышении давления выше 20 мм рт. ст., следует внимательно наблюдать за конечностью. А повышение давления внутри фасции в пределах 30 мм рт. ст. от диастолического у пациентов с затуманенным сознанием является диагностическим признаком ОКС, так как уже развивается дефект перфузии [16].

Лечение

ОКС в большинстве случаев требует хирургического лечения. До хирургического лечения можно выполнить следующие простые манипуляции:

- снять или ослабить стягивающие повязки/пластыри;
- поднять конечность до уровня сердца;
- сделать репозицию переломов костей;
- обеспечить нормотензию пациента.

Фасциотомию следует проводить до того, как произойдет необратимый некроз тканей.

Во многих руководствах декомпрессию рекомендуют проводить в течение от 6 до 24 часов с момента постановки диагноза.

При декомпрессивной фасциотомии выполняется один или более обширных разрезов кожи с освобождением всех сжима-

ющих фасций в пораженном мышечном отделе. Конкретные места разрезов и анатомические структуры, требующие освобождения, разнятся в зависимости от пораженного отдела. Фасциотомия должна включать в себя адекватный разрез кожи в дополнение к рассечению фасции [17].

Процедура технически не сложна, но важно знать расположение сосудисто-нервных стволов на конечностях и расположение фасций.

Открытые переломы не предотвращают развития ОКС. Напротив, при открытых переломах описан более высокий риск ОКС, чем при закрытых переломах.

После фасциотомии необходима обработка раны. Раньше использовались влажные и сухие марлевые повязки до тех пор, пока рана не считалась пригодной для отсроченного закрытия или пересадки кожи. Сейчас все чаще перед закрытием раны используется более эффективный метод — терапия ран отрицательным давлением. При помощи этого метода удаляется жидкость из пораженного отдела, уменьшается внеклеточный отек, что помогает дополнительно снизить давление в пораженных тканях и улучшить перфузию. Данный вид лечения помогает сократить время закрытия раны и снизить потребность в пересадке кожи.

Раны после фасциотомии не следует зашивать немедленно из-за риска повышения мышечного давления и рецидива ОКС. В исследовании Серт и др. [18] разрез после фасциотомии закрывали на 5-й день после операции, если рану можно было первично закрыть. В противном случае дефект восстанавливали с помощью кожного трансплантата.

Фасциотомия не лишена риска осложнений — 1/3 пациентов возникают послеоперационные осложнения, чаще всего некроз или инфекция. Кроме того, существует риск сенсорных нарушений, обусловленных как ишемией, так и возможным ятрогенным повреждением нерва, вызванным самой фасциотомией. Существует риск образования рубцовой ткани, что может вызывать как функциональный, так и косметический дискомфорт.

Однако польза от процедуры, даже проведенной с профилактической целью, значительно лучше, чем риск развития осложнений (рабдомиолиза, мионекроза).

Как острые повреждения нервов, так и терапевтическая регионарная анестезия могут вызвать онемение, которое скрывает боль и затрудняет диагностику ОКС. Поэтому регионарная анестезия не рекомендована пациентам, у которых есть подозрение или высокий риск развития ОКС, например, при переломах большеберцовой кости. Однако стоит помнить, что сама регионарная анестезия не приводит к ОКС.

Осложнения

ОКС несет в себе риск развития ряда осложнений: неврологический дефицит, гангрена, ишемические контрактуры, повреждение нервов, рабдомиолиз, ампутации и стойкая инвалидность.

Наиболее важным предиктором исхода является продолжительность заболевания. После ишемии длительностью один час наблюдается обратимая нейропраксия, через четыре часа может возникнуть необратимое повреждение нерва, а через шесть часов начинается некроз.

Точное время возникновения ОКС определить трудно. Однако если с момента появления симптомов ОКС прошло более 24–48 часов эффективность проведения фасциотомии резко снижается.

Отсроченная фасциотомия связана с высоким риском ампутации, инфицирования и системного воздействия из-за выброса в кровь продуктов метаболизма (миоглобина) [20].

Вывод

Острый компартмент-синдром — это состояние, которое угрожает жизни пациентов, при этом его диагностика весьма

затруднена. Заболевание чаще всего провоцируется травмой, но существует также множество атравматических причин. Ведущим клиническим симптомом является боль, которая не соотносима с травмой. Также могут использоваться симптомы «5P» (непропорциональная боль, бледность, парестезии, паралич и отсутствие пульса), результаты измерения внутрикамерного давления и другие лабораторные маркеры. При подозрении на ОКС следует как можно скорее провести хирургическое вмешательство — фасциотомию.

Быстрая диагностика и лечение могут предотвратить необратимые повреждения и спасти жизнь человеку.

Литература:

1. Cone J, Inaba K. Lower extremity compartment syndrome. *Trauma Surg Acute Care Open* 2017;2: e000094.
2. Grottkau BE, Epps HR, Di Scala C. Compartment syndrome in children and adolescents. *J Pediatr Surg*. 2005 Apr;40(4):678–82. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2004.12.007. PMID: 15852278.
3. McLaughlin N, Heard H, Kelham S. Acute and chronic compartment syndromes: know when to act fast. *Jaapa*. 2014;27:23–6.
4. Du W, Hu X, Shen Y, Teng X. Surgical management of acute compartment syndrome and sequential complications. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Mar 4;20(1):98. doi: 10.1186/s12891–019–2476–5. PMID: 30832634; PMCID: PMC6399970.
5. Bojsen-Møller F. *Bevægelseapparatet*. 12. udg. Munksgaard Danmark, 2011.]. При этом наиболее частой анатомической локализацией острого компартмент-синдрома является переднее мышечное отверстие голени [Long B, Koofman A, Gottlieb M. Evaluation and management of acute compartment syndrome in the emergency department. *J Emerg Med* 2019;56:386–97.
6. Von Keudell AG, Weaver MJ, Appleton PT et al. Diagnosis and treatment of acute extremity compartment syndrome. *Lancet* 2015;386:1299–310.
7. McQueen MM, Gaston P, Court-Brown CM. Acute compartment syndrome. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82-B:200–3.
8. McQueen MM, Duckworth AD, Aitken SA et al. Predictors of compartment syndrome after tibial fracture. *J Orthop Trauma* 2015;29:451–5.
9. Schmidt AH. Acute Compartment Syndrome. *Orthop Clin North Am*. 2016 Jul;47(3):517–25. doi: 10.1016/j.ocl.2016.02.001. PMID: 27241376.
10. Osborn R, Schmidt A. Management of acute compartment syndrome. *J Am Acad Orthop Surg* 2020;:108–14.
11. Cole AL, Roskosky M, Shuler MS et al. Near infrared spectroscopy and lower extremity acute compartment syndrome: a review of the literature. *J Trauma Treat* 2014; s2:01.
12. Kistler JM, Ilyas AM, Thoder JJ. Forearm Compartment Syndrome: Evaluation and Management. *Hand Clin*. 2018 Feb;34(1):53–60. doi: 10.1016/j.hcl.2017.09.006. PMID: 29169597.
13. Prasarn ML, Ouellette EA. Acute compartment syndrome of the upper extremity. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011 Jan;19(1):49–58. doi: 10.5435/00124635–201101000–00006. Erratum in: *J Am Acad Orthop Surg*. 2011 May;19(5):50A. PMID: 21205767.
14. Jones AL, Rankin JA, Then KL. Drug overdose, loss of consciousness, and compartment syndrome: a life-threatening combination. *J Emerg Nurs* 2020;46:294–301.
15. Whitesides TE, Haney TC, Morimoto K et al. Tissue pressure measurements as a determinant for the need of fasciotomy. *Clin Orthop Relat Res* 1975;113:43–51.
16. Erdös J, Dlaska C, Szatmary P, Humenberger M, Vécsei V, Hajdu S. Acute compartment syndrome in children: a case series in 24 patients and review of the literature. *Int Orthop*. 2011;35:569–75.
17. Schmidt AH. Acute compartment syndrome. *Injury*. 2017 Jun;48 Suppl 1: S22–S25. doi: 10.1016/j.injury.2017.04.024. Epub 2017 Apr 24. PMID: 28449851.
18. Sert G, Menku Ozdemir FD, Uzun O, Üstün GG. The effect of time from injury to fasciotomy in patients with acute upper extremity compartment syndrome. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2024 Mar;30(3):203–209. doi: 10.14744/tjtes.2024.95519. PMID: 38506391; PMCID: PMC10977498.
19. Glass GE, Staruch RMT, Simmons J et al. Managing missed lower extremity compartment syndrome in the physiologically stable patient: a systematic review and lessons from a Level I trauma center. *J Trauma Acute Care Surg* 2016;81:380–7.

Разрыв лонного сочленения при беременности и родах

Протопопова Валерия Леонидовна, студент;
Смирнова Александра Петровна, студент;
Логунова София Романовна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Одним из осложнений, которое может возникнуть во время беременности и родов, является разрыв лонного сочленения (РЛС). Расхождением считается наличие симптомного диастаза более 10 мм. В тех случаях, когда диастаз достигает 14–25 мм и более, он может сопровождаться разрывами крестцово-подвздошных суставов [5]. Точные данные о распространенности данного осложнения разнятся: по разным источникам, она составляет от 0,03% до 2,8%. Клинически патология проявляется болевым синдромом и наличием нестабильности тазового кольца, признаки которого проявляются непосредственно в послеродовом периоде. «Золотым стандартом» диагностики разрыва лонного сочленения является рентгенологическое исследование, а также УЗ-диагностика на определенных сроках гестации [2]. Оперативное лечение применяется при ширине диастаза более 30–50 мм, а также наличии таких осложнений, как разрывы крестцово-подвздошных сочленений, открытые повреждения, отсутствие эффекта от консервативной терапии, наличии урологических расстройств. Однако в некоторых случаях диастаз шириной менее 30 мм также рекомендуется лечить оперативно [6]. Согласно некоторым литературным данным сроки полного регресса болевого синдрома составляют от 3 недель до 6 месяцев, в то время как при консервативном лечении, которое также по различным источникам может составлять от 1 нед. до 3 лет, болевой синдром может персистировать в течение всего периода длительного лечения, значительно снижая при этом качество жизни.

Ключевые слова: разрыв лонного сочленения, симфизиопатия, беременность, послеродовый период.

Rupture of the pubic articulation during pregnancy and childbirth

One of the complications that can occur during pregnancy and childbirth is a rupture of the pubic joint (RLS). A discrepancy is considered to be the presence of a symptomatic diastasis greater than 10 mm. In cases where diastasis reaches 14–25 mm or more, it can be accompanied by ruptures of the sacroiliac joints [5]. Exact data on the prevalence of this complication vary: according to various sources, it ranges from 0.03% to 2.8%. Clinically, the pathology is manifested by pain syndrome and the presence of instability of the pelvic ring, the signs of which are manifested directly in the postpartum period. The «gold standard» for diagnosing a rupture of the pubic joint is X-ray examination, as well as ultrasound diagnostics at certain gestational stages [2]. Surgical treatment is used when the width of the diastasis is more than 30–50 mm, as well as in the presence of complications such as ruptures of the sacroiliac joints, open injuries, lack of effect from conservative therapy, and the presence of urological disorders. However, in some cases, diastasis less than 30 mm wide is also recommended to be treated promptly [6]. According to some literature data, the time of complete regression of the pain syndrome is from 3 weeks to 6 months, while with conservative treatment, which also according to various sources can range from 1 week to 3 years, the pain syndrome can persist throughout the entire period of long-term treatment, significantly reducing the quality of life.

Keywords: rupture of the pubic symphysis, symphysiopathy, pregnancy, postpartum period

Цель: проанализировать и систематизировать научную литературу; представить данные об эпидемиологии, клинической картине, диагностике и методах лечения разрыва лонного сочленения во время беременности и родов.

Материалы и методы: открытые источники из баз данных PubMed, eLibrary, Google Scholar

Введение

Лобковый симфиз — несинвиальное моноартикулярное фиброзно-хрящевое соединение между верхними ветвями лонных костей. Сочленение укреплено четырьмя связками: передней, задней, верхней и нижней. Данное соединение практически неподвижно, но за счет изменений минерально-витаминного обмена и уровня гормонов (прежде всего прогестерона и релаксина), происходят преобразования в структуре волок-

нисто-хрящевой ткани, что позволяет двум лобковым костям скользить друг относительно друга и раздвигаться. Однако, несмотря на данные утверждения, этиология и патогенез возникновения симфизиопатии при беременности изучены недостаточно, а отсутствие четких критериев установления диагноза ведет либо к недооценке риска возникновения РЛС, либо к гипердиагностике и проведению необоснованного оперативного родоразрешения. [1]

Классификация диастаза лонного сочленения подразделяется на три степени: I степень — расхождение на 5–9 мм, II степень — на 10–20 мм, III степень — более чем на 20 мм. Согласно КР РФ 2023 «Разрывы промежности при родоразрешении и другие акушерские травмы (акушерский травматизм)» **разрыв лонного сочленения** — расхождение более чем на 25 мм с повреждением связочного аппарата. Симфизиопатия сочетает в себе комплекс симптомов — боль и диастаз лонных

костей, возникающих во второй половине беременности, способный приводить к разрыву лонного сочленения. [4]

Эпидемиология

Данные о распространенности разрыва лонного сочленения неоднозначны и варьируются от 0,03% до 2,8%. Это связано с отсутствием единого определения понятия РЛС среди врачей, их ненастороженностью (акушеров-гинекологов, хирургов, травматологов) и отсутствием четких критериев постановки диагноза.

Критерии включения в группу риска разрыва лонного сочленения

Наиболее значимые факторы, влияющие на расхождение лонного сочленения в период беременности [5]:

- узкий таз;
- посттравматические деформации таза;
- экзостозы;
- наличие выраженных контрактур тазобедренных суставов;
- наличие эндопротеза тазобедренного сустава;
- предыдущая тазовая травма;
- кифосколиоз;
- переломы грудного отдела позвоночника;
- тазовая боль при предыдущих беременностях;
- разрыв связок лонного сочленения и нарушение походки при предыдущих беременностях и родах;
- предполагаемый крупный плод;
- наличие рубца на матке от предыдущей операции кесарева сечения;
- неправильное положение и предлежание плода;
- пороки развития плода.

Таким образом, при наличии одного из вышеперечисленных факторов, беременная женщина должна быть включена в группу риска разрыва лонного сочленения. За время беременности у таких пациенток трехкратно на определенных сроках гестации должны быть проведены клинические и ультразвуковые исследования в динамике и при выявлении противопоказаний для естественного родоразрешения (выявление нарастания тазового болевого синдрома и увеличение диастаза лонного сочленения до 9 мм и более в середине беременности и за 7–10 дней до родов) рекомендуется провести роды методом кесарева сечения.

Клиническая картина

У пациенток диастаз лобкового сочленения может наблюдаться до родов, во время родов или, чаще всего, после родов. Основными клиническими проявлениями являются прогрессирующая тазовая боль разной интенсивности, нарушение походки, болезненность лобкового симфиза при пальпации, симптом «прилипшей пятки», симптом «сжатия и натяжения тазового кольца». Пациентки будут испытывать трудности как при активном, так и при пассивном поднятии прямой ноги и изменении положения кровати. [11, 13]

При проведении родов через естественные родовые пути возрастает риск разрыва лонного сочленения, при этом женщины будут отмечать данные симптомы: ощущение щелчка, резко возникшую боль в области лонного сочленения при прохождении плода по родовым путям, в послеродовом периоде неспособность поворачиваться в постели и отрывать пятку разогнутой ноги при попытке ее поднять, при проведении ультразвукового и рентгенологического исследования отмечалось значительное увеличение диастаза. [8]

Диагностика

В 2011 г. Стэльмах К.К. и соавт. был опубликован патент «Способ диагностики разрывов связок лонного сочленения при беременности и в послеродовом периоде». Данный способ диагностики заключается в выявлении врачом акушером-гинекологом факторов риска симфизиопатии во время беременности, включении женщины в группу риска и последующим направлением на консультацию к врачу-травматологу при выявлении одного из факторов [4].

Диагностика основывается на наличии субъективных и объективных признаков. Данные литературы подтверждают, что более эффективными методами диагностики являются провоцирующие тесты. Они просты в исполнении и должны обязательно предшествовать объективному осмотру. К таким тестам в отечественной литературе относят признак Вернейля (боль усиливается или появляется при надавливании на гребни подвздошных костей), признак Ларрея (боль усиливается или появляется при осторожном разведении таза за крылья подвздошных костей) и симптом Гориневской (симптом «прилипшей пятки») [2].

Наиболее распространенным методом диагностики на сегодняшний день является ультразвуковой (УЗИ). В 2014 г. Логутовой Л.С. и соавт. был опубликован патент «Способ прогнозирования разрыва лонного сочленения при родоразрешении через естественные родовые пути у беременных с клинической картиной симфизиопатии», в котором говорится о прогнозировании РЛС с помощью проведения ультразвукового сканирования лонного сочленения в сагиттальной плоскости, проходящей через середину лобкового сращения. Проводится клиническое обследование и УЗИ в динамике: в ранние сроки беременности, в середине беременности и за 7–10 дней до родов для контроля состояния связок лобкового симфиза. При этом измеряют общую площадь фиброзной части межлобкового диска лонного сочленения, суммарную площадь зон в проекции фиброзной части с экзогенностью, сниженной по отношению к неизменной зоне фиброзной части более чем в 2 раза. Таким образом, при значении отношения суммарной площади к общей больше 0,8 или выявлении анэхогенной зоны в проекции фиброзной части, равной по площади самой фиброзной части, можно говорить о высоком риске разрыва лонного сочленения [3].

Нарастание болевого синдрома и/или увеличение диастаза лонного сочленения в середине беременности или за 7–10 дней до родов является показанием к проведению родоразрешения путем кесарева сечения. В позднем послеродовом периоде на

1–3 сутки у рожениц проводят контрольное обследование лонного сочленения с помощью клинического обследования и проведения обзорной рентгенографии таза в 2-х проекциях (также используют КТ/МРТ) [5].

«Золотым стандартом» диагностики разрыва лобкового симфиза является рентгенография. При подозрении на вертикальную нестабильность смещений в лонном сочленении по высоте дополнительно проводят функциональные пробы с нагрузкой — рентгенографию поочередно стоя на одной и другой ноге. Для диагностирования смещений в передне-заднем направлении рентген выполняют в аксиальных проекциях. При сомнительном диагнозе назначают МРТ или КТ [2].

Лечение

Основным методом лечения РЛС является консервативный метод. Он заключается в постельном режиме, преимущественно в латеропозиции, применения анальгетиков для устранения болевого синдрома и ношения тазового бандажа. Постельный режим по различным источникам может длиться до 40 суток, а критерием его прекращения будут являться способность пациентки стоять и ходить с помощью специальных приспособлений (костыли и др.). На период длительного постельного режима для профилактики тромбоэмболических осложнений рекомендуется применение фракционированных гепаринов. Чрескожные инъекции стероидов в сочетании с местными анестетиками непосредственно в хрящевую зону симфиза, в частности гидрокортизона, химотрипсина и лидокаина, продемонстрировали успешное облегчение боли [2].

Также одним из основных методов лечения, рекомендуемых в литературе, является физическая терапия, которая направлена на укрепление мышц передней брюшной стенки, тазового дна и нижних конечностей спустя длительное время постельного режима. Также предлагается обучение ходьбе и последующая мобилизация под обязательным наблюдением врача. Комплексы упражнений не регламентированы и подбираются индивидуально. Критерием оценки эффективности консервативной терапии является проведение рентгенографии через 6–10 недель [6].

Литература:

1. Воробьев А. А., Селихова М. С., Ильина О. В., Яковенко М. С. Симфизиопатия как междисциплинарная проблема // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. — 2020. — Т. 17. — № 3. — С. 20–25. doi: 10.19163/1994–9480–2020–3(75)-20–25
2. Гудушаури Я. Г., Коновалов В. В., Солод Э. И., Какабадзе М. Г., Калинин Е. И., Марычев И. Н. Проблема диспареунии при повреждениях тазового кольца у женщин: ретроспективное когортное исследование // Вестник травматологии и ортопедии им Н. Н. Приорова. — 2023. — Т. 30. — № 1. — С. 29–40. doi: 10.17816/vto321288
3. Логутова Л. С., Чечнева М. А., Черкасова Н. Ю., Анисимов А. В. Возможности прогнозирования риска родоразрешения через естественные родовые пути у женщин с симфизиопатией. Российский вестник акушера-гинеколога. 2016;16(3):32–37. eLIBRARY ID: 26287659
4. Клинические рекомендации «Разрывы промежности при родоразрешении и другие акушерские травмы (акушерский травматизм)», 2023 г.
5. Патент № 2423911 С1 Российская Федерация, МПК А61В5/00, А61В8/08, А61В6/03. Способ диагностики разрывов связок лонного сочленения при беременности и в послеродовом периоде: № 2009145855/14: заявл. 10.12.2009; опубл. 20.07.2011 / К. К. Стэльмах, И. Л. Шлыков, С. Б. Агафонов;

В качестве оперативного метода лечения чаще всего используют внутривенный остеосинтез с использованием пластин и винтов, показаниями для которого являются широкий диастаз более 30–50 мм, который может сочетаться с разрывами крестцово-подвздошных сочленений, а также неэффективность консервативной терапии, которая по различным источникам может длиться до 3 лет и сопровождается персистирующим болевым синдромом, снижая при этом качество жизни пациенток. Однако рекомендуется ограничить продолжительность неэффективной консервативной терапии до 6 недель и в дальнейшем все же приступить к хирургическому лечению [6].

В ряде источников также рекомендуется проводить наружную фиксацию, которая показана при сочетании РЛС с открытыми повреждениями родовых путей, что позволяет избежать инфекционных осложнений. Ряд авторов предпочитают наружную фиксацию [9, 10, 12]. Наружные фиксирующие устройства удаляют через 7–8 нед.

Вывод

Таким образом, разрыв лонного сочленения является осложнением, специфичным для беременности, и связан с физиологическими изменениями в структуре хрящевой ткани под действием гормонов и изменениями витаминно-минерального обмена. Важно при проведении осмотра врачом акушером-гинекологом выявлять факторы риска среди беременных женщин, и включать их в группу риска возникновения РЛС с последующим направлением для осмотра врачом-травматологом. Основными методами диагностики являются наличие характерной клинической картины, рентгенографическое и ультразвуковое исследования. Преимущество в лечении отдается консервативному методу — постельный режим в латеропозиции, анальгетики, ношение бандажа, физические упражнения для укрепления мышц передней брюшной стенки, тазового дна, нижних конечностей. Однако при широких диастазах более 30 мм и неэффективности консервативной терапии все же рекомендовано прибегнуть к оперативному лечению.

6. Петрушин А. Л., Прялухина А. В. Расхождение лонного сочленения при беременности и родах (обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. 2018. № 3.
7. Яворская с. Д., Плотников И. А., Бондаренко А. В., Олимова А., Плотникова И. В. Лечение акушерских разрывов лобкового симфиза и дисфункции лонного сочленения // Акушерство и гинекология.— 2018.— № 9.— С. 68–72. doi: 10.18565/aig.2018.9.68–72
8. Buitenduk M., Brennan B., Vora P., Smith P., Winsor S. Acute intrapartum rupture of the pubic symphysis requiring resuscitations and surgical intervention: a case report. / Obstet Gynaecol Can. 2018;40(1): 68–71. DOI: 10.1016/1-jogc.2017.05.028.
9. Chang J., Wu V. External fixation of pubic symphysis diastasis from postpartum trauma. Orthopedics. 2008;31(5):1–3. DOI: 10.3928/01477447–20080501–05.
10. Dunivan G., Hickman A., Connolly A. Severe separation of the pubic symphysis and prompt orthopedic surgical intervention. Obstet Gynecol. 2009;114(2 Pt 2):473–475. DOI: 10.1097/AOG.0b013e3181998bd1.
11. Jamieson D. J., Steege J.F. The prevalence of dysmenorrhea, dyspareunia, pelvic pain, and irritable bowel syndrome in primary care practices // Obstet Gynecol. 1996. Vol. 87, N1. P. 55–58. doi:10.1016/0029–7844(95)00360–6
12. Pennig D, Gladbach B, Majchrowski W. Disruption of the pelvic ring during spontaneous childbirth. A case report. J Bone Joint Surg Br. 1997;79(3):438–440. doi:10.1302/0301–620x.79b3.6864
13. Stolarczyk, A.; Stepic P.; Sasinowski, L.; Czarnocki, T.; Debnski, M.; Macag, B. Peripartum Pubic Symphysis Diastasis-Practical Guidelines. J. Clin. Med. 2021, 10, 2443. [https://doi.org/ 10.3390/jcm10112443](https://doi.org/10.3390/jcm10112443)

Жидкие кристаллы в условиях альтерации

Саитова Елизавета Эдуардовна, студент;
Юдинцева Екатерина Анатольевна, студент
Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Научный руководитель: Жуков Павел Валентинович, врач — травматолог-ортопед
ФКУЗ «Медико-санитарная часть МВД РФ по Свердловской области» (г. Екатеринбург)

Жидкие кристаллы, существующие на пересечении материального и нематериального мира, являются предметом исследования в области медицины и философии. Они, хоть и не являются обычными кристаллами в классическом понимании этого термина, но нашли широкое применение в данных областях.

Благодаря своей способности реагировать на изменения в окружающей среде жидкие кристаллы могут использоваться для создания более точных и чувствительных методов диагностики. Их применение в медицине открывает возможности для раннего выявления заболеваний и повышения эффективности лечения. Помимо практического применения, жидкие кристаллы вызывают неподдельный интерес у философов, стремящихся понять фундаментальные аспекты существования. Вопросы о происхождении жизни, о гранях между живым и неживым, о смысле смерти — все это становится предметом активных дискуссий и исследований.

Ключевые слова: жидкий кристалл, свойство, трансформация, альтерация, применение.

Liquid crystals in the conditions of alteration

Liquid crystals existing at the intersection of the material and immaterial worlds are the subject of research in the field of medicine and philosophy. Although they are not ordinary crystals in the classical sense of the term, they have found wide application in these fields.

Due to their ability to respond to changes in the environment, liquid crystals can be used to create more accurate and sensitive diagnostic methods. Their use in medicine opens up opportunities for early detection of diseases and improving the effectiveness of treatment. In addition to practical applications, liquid crystals are of genuine interest to philosophers seeking to understand the fundamental aspects of existence. Questions about the origin of life, about the boundaries between the living and the inanimate, about the meaning of death — all this is becoming the subject of active discussions and research.

At the crossroads of sciences, liquid crystals represent an interdisciplinary field of research combining natural sciences and humanities.

Keywords: liquid crystal, property, transformation, alteration, application.

Жидкий кристалл — это специфическое агрегатное состояние вещества, в котором оно проявляет одновременно свойства кристалла и жидкости. Большинство веществ

может находиться только в трех, всем хорошо известных агрегатных состояниях: твердом или кристаллическом, жидком и газообразном. Оказывается, некоторые органические ве-

щества, обладающие сложными молекулами, кроме трех названных состояний, могут образовывать четвертое агрегатное состояние — жидкокристаллическое [6].

Жидкие кристаллы могут изменять свою структуру под воздействием внешних факторов, таких как температура, давление или электрическое поле. В свою очередь, альтерация — это процесс изменения или модификации состояния материала под воздействием внешних факторов, таких как температура, давление, влажность, свет и другие.

В случае с жидкими кристаллами, альтерация может привести к изменению их структуры, свойств и поведения. Например, изменения температуры могут вызвать различные фазовые переходы в жидкокристаллических материалах, что в свою очередь может привести к изменению оптических характеристик или механических свойств.

В медицине жидкие кристаллы могут быть использованы для создания новых методов диагностики и лечения заболеваний. Примером использования жидких кристаллов в медицине может быть создание датчиков для контроля различных параметров в организме пациента. Например, жидкие кристаллы можно использовать для измерения уровня определенных веществ в крови или других биологических жидкостях, что может быть полезно для диагностики различных заболеваний.

Таким образом, исследование жидких кристаллов в условиях альтерации открывает новые возможности для диагностики, терапии и контроля различных заболеваний. Важно также отметить, что жидкие кристаллы являются сложными материалами, и их применение в медицине может потребовать разработки новых методов производства, обработки и контроля качества.

Цель — изучение истории открытия, особенностей структуры и свойств жидких кристаллов в клетках и биожидкостях организма с целью потенциального использования в медицине.

Материалы и методы исследования

Было проведено ретроспективное интервенционное исследование, в котором приняли участие 164 пациента, госпитализированные в экстренном порядке с сочетанными и множественными повреждениями. Математические данные были проанализированы с помощью ретроспективного анализа, а их значения подверглись непараметрическим методам оценки.

Были изучены работы, посвященные области исследования жидких кристаллов, которые были опубликованы (1944–2024) в научных базах данных: Google Academia, Pubmed и Cyberleninka. Также были проанализированы зарегистрированные патенты: способ диагностики воспалительного процесса (патент № 2122731 от 25.09.96), который позволяет просто, экономично и на ранней стадии выявить наличие воспаления, до того, как появятся изменения других параметров крови. Способ оценки тяжести травматической болезни (патент № 2169365 от 03.05.2000) дает возможность точно и просто оценить тяжесть первичного повреждения у пациентов с травмами опорно-двигательного аппарата за минимальное время, что важно

при выборе тактики лечения, а также позволяет спрогнозировать время пребывания больного в стационаре. Для прогнозирования исхода травматической болезни, так же разработан новый тест (патент № 2225161 от 10.04.2004), который позволяет оценить и спрогнозировать на раннем послеоперационном этапе течение травматического процесса у больных с повреждениями опорно-двигательного аппарата.

Результаты исследований и их обсуждения

Жидкие кристаллы были открыты величайшими учеными своего времени, такими как австрийский ботаник Фридрих Рейнитцер и немецкий физик Отто Леман. Их открытия внесли значительный вклад в наше понимание физических свойств веществ. Ф. Рейнитцер исследуя новое синтезированное им вещество, холестерилбензоат, обнаружил, что при температуре 145°C кристаллы этого вещества плавятся и образуют мутную жидкость, которая при 179°C становилась прозрачной. А немецкий физик Отто Леман обнаружил, что это вещество обладает двулучепреломлением. Явление двулучепреломления — это типично кристаллический эффект, состоящий в том, что скорость света в кристалле зависит от ориентации плоскости поляризации света.

Детальные исследования показали, что мутная фаза не является двухфазной системой, т.е. не содержит в обычной жидкости кристаллических включений, а является новым фазовым состоянием вещества. Это фазовое состояние стало называться «жидкий кристалл» из-за его способности проявлять свойства обеих форм материи — жидкости и кристалла.

С тех пор вещества, способные в определенном температурном интервале выше точки плавления сочетать одновременно свойства жидкостей (текучесть, способность к образованию капель) и свойства кристаллических тел (анизотропии), стали называться жидкими кристаллами или жидкокристаллическими. ЖК-вещества часто называют мезоморфными, а образуемую ими ЖК-фазу — мезофазой (от греч. «мезос» — промежуточный). Такое состояние является термодинамически стабильным фазовым состоянием и по праву на ряду с твердым, жидким и газообразным может рассматриваться как четвертое состояние вещества [1].

Подобно обычной жидкости, жидкий кристалл обладает текучестью и принимает форму сосуда, в который он помещен. Этим он отличается от известных всем кристаллов. Однако, несмотря на это свойство, объединяющее его с жидкостью, он обладает свойством, характерным для кристаллов. Это — упорядочение в пространстве молекул, образующих кристалл. Правда, это упорядочение не такое полное, как в обычных кристаллах, но, тем не менее, оно существенно влияет на свойства жидких кристаллов, чем и отличает их от обычных жидкостей. Неполное пространственное упорядочение молекул, образующих жидкий кристалл, проявляется в том, что в жидких кристаллах нет полного порядка в пространственном расположении центров тяжести молекул, хотя частичный порядок может быть. Это означает, что у них нет жесткой кристаллической решетки. Поэтому жидкие кристаллы, подобно обычным жидкостям, обладают свойством текучести [6].

В зависимости от характера расположения молекул, согласно классификации, различают три основных типа структур ЖК-соединений: смектический, нематический и холестерический. Указанные типы структур относятся к так называемым термотропным жидким кристаллам, образование

которых осуществляется только при термическом воздействии на вещество (нагревание или охлаждение). На рис. 1. показаны схемы расположения стержне- и дискообразных молекул в трех перечисленных структурных модификациях жидких кристаллов [2].

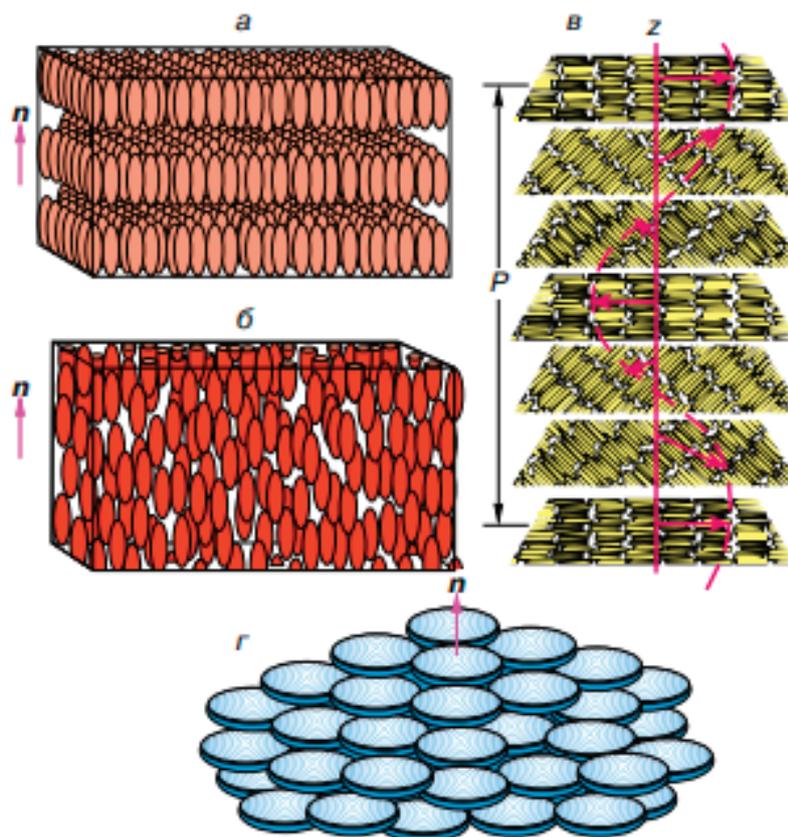


Рис. 1. Основные типы расположения стержнеобразных (а-в) и дискообразных (г) молекул в жидких кристаллах: а — смектическая фаза, б — нематическая, в-холестерическая, г — дискотическая (n — директор) [2]

Нематические жидкие кристаллы. В этих кристаллах отсутствует дальний порядок в расположении центров тяжести молекул, у них нет слоистой структуры, их молекулы скользят непрерывно в направлении своих длинных осей, вращаясь вокруг них, но при этом сохраняют ориентационный порядок: длинные оси направлены вдоль одного преимущественного направления. Они ведут себя подобно обычным жидкостям. Нематические фазы встречаются только в таких веществах, у молекул которых нет различия между правой и левой формами, их молекулы тождественны своему зеркальному изображению (ахиральны) [6].

Смектические жидкие кристаллы имеют слоистую структуру, слои могут перемещаться друг относительно друга. Толщина смектического слоя определяется длиной молекул (преимущественно, длиной парафинового «хвоста»), однако вязкость смектиков значительно выше, чем у нематиков и плотность по нормали к поверхности слоя может сильно меняться [6].

Холестерические жидкие кристаллы — образуются, в основном, соединениями холестерина и других стероидов [6]. Это

нематические ЖК, но их длинные оси повернуты друг относительно друга так, что они образуют спирали, очень чувствительные к изменению температуры вследствие чрезвычайно малой энергии образования этой структуры (порядка 0,01 Дж/моль) [3].

Во всех приведенных типах ЖК характерным является ориентация дипольных молекул в определенном направлении, которое определяется единичным вектором — называемым «директором» [4].

В недавнее время открыты так называемые колончатые фазы, которые образуются только дискообразными молекулами, расположенными слоями друг на друге в виде многослойных колонн, с параллельными оптическими осями. Часто их называют «жидкими нитями», вдоль которых молекулы обладают трансляционными степенями свободы. Этот класс соединений был предсказан академиком Л. Д. Ландау, а открыт лишь в 1977 году Чандрасекаром [4].

В отличие от термотропных жидких кристаллов лиотропные жидкие кристаллы образуются при растворении ряда амфифильных соединений в определенных растворителях и имеют,

как правило, более сложную структуру, чем термотропные жидкие кристаллы [10]. Амфифильные соединения состоят из молекул, содержащих гидрофильные и гидрофобные группы. Такие соединения широко распространены в природе. Так, например, любая жирная кислота является амфифильной. Ее молекулы состоят из двух частей: полярной «головки» (COOH-группа) и углеводородного «хвоста» [CH₂(CH₂)_n—]. Подобные соединения при растворении в воде, как правило, образуют мицеллярные растворы, в которых полярные головки торчат наружу, находясь в контакте с водой, а углеводородные хвосты, контактируя друг с другом, смотрят вовнутрь. Такие мицеллы и являются теми структурными элементами, из которых строятся лиотропные жидкие кристаллы, формируя, например, цилиндрическую или ламеллярную формы [2].

В отличие от термотропных жидких кристаллов, где образование определенного типа мезофазы определяется только температурой, в лиотропных системах тип структурной организации определяется уже двумя параметрами: концентрацией вещества и температурой. Лиотропные жидкие кристаллы наиболее часто образуются биологическими системами, функционирующими в водных средах, например, мембраны.

Современные структурные исследования показали, что мембрана представляет собой типичную лиотропную ламеллярную лабильную ЖК-структуру, состоящую из двойного слоя фосфолипидов, в которых «растворены» белки, полисахариды, холестерин и другие важные компоненты. Такое анизотропное строение мембраны, с одной стороны, позволяет защищать ее внутреннюю часть от нежелательных внешних воздействий, а с другой стороны, ее «жидкостной» характер обеспечивает высокие транспортные свойства (проницаемость, перенос ионов и др.), что придает клетке определяющую роль в процессах жизнедеятельности [10]. Обладая замечательными диэлектрическими свойствами, жидкие кристаллы образуют внутриклеточные гетерогенные поверхности, они регулируют взаимоотношения между клеткой и внешней средой, а также между отдельными клетками и тканями, сообщают необходимую инертность составным частям клетки, защищая ее от ферментативного влияния [6].

Важное применение жидких кристаллов — это термография. Термография позволяет получить тепловое изображение объекта, в результате регистрации инфракрасного излучения — тепла. Термография используется при медицинской визуализации, в основном для наблюдения онкологических заболеваний (в частности, рак молочной железы) [6].

Современный уровень познания мира значительно превосходит те знания, которыми пользовались ученые XX века. Сейчас мы знаем намного больше об отдаленных уголках окружающего мира, однако формы познания остаются неизменными. Люди, осваивая новые методы и инструменты познания, открывают новые формы материи во всех ее проявлениях. С начала формирования научных взглядов (греческие ученые) до начала XX века ученые сформировали принципиальное представление о биосфере Земли и всех формах организации материи, как написал Владимир Иванович Вернадский [11].

Современное представление о уровнях организации жизни включает следующее:

1. Молекулярный уровень
2. Клеточный уровень
3. Органный уровень
4. Организменный уровень
5. Социальный уровень
6. Ноосфера [12].

Изучение жизни является целью большинства ученых. На вопрос о том, что такое жизнь, отвечено множеством работ. Существуют отдельные науки, посвященные исследованию проявлений жизни, а также целый комплекс биологических дисциплин. Ученые предпочитают искать основы жизни в микромире, но там доминируют стандартные объекты, лишённые индивидуальности, и механические взаимодействия. В любом случае, на вопрос «Что такое жизнь?» существует множество ответов. Каждая наука, а также философия и религия, предлагают свои варианты объяснений. Кажется, что ни одно из толкований сути жизни не будет убедительным до тех пор, пока мы не постигнем смысл смерти. Что такое смерть? Противостоит ли она жизни или господствует над ней? Может ли быть бессмертие для живых существ? Такие вопросы затрагивают каждого из нас. Они переносят нас не только в область теоретических размышлений, но и заставляют задуматься: как жить на этой земле? А существует ли иной мир? [7]

Человек, как живое существо, всегда стремился понять сущность жизни и ее происхождение. Уже в древности людей интересовали вопросы о происхождении жизни. Это нашло отражение в мифах разных народов. Например, древнегреческий миф о Пирре и Девкалионе описывает, как человеческий род был создан из «костей великой родительницы», то есть Земли. Существует множество других мифов, описывающих происхождение жизни из различных материалов, таких как глина, земля, дерево и другие [9].

С распространением христианства библейский рассказ о творении мира богом стал общепринятым. Библейская мифология препятствовала исследованиям реальных причин возникновения мира, и средневековым мыслителям оставалось лишь толковать библейские тексты [8]. Однако некоторые отцы церкви, такие как Блаженный Августин, пытались совместить библейские сказания с представлениями древних философов. Августин, утверждал, что всякое развитие протекает естественным путем благодаря тому, что бог вложил в материю действенную силу. Этот процесс, по его словам, можно воочию увидеть на примере роста дерева из семени, в котором уже заложены будущие ветви, листья, но создаются они постепенно, в результате действия вложенной богом потенциальной силы. Таким образом, Августин предложил толкование, согласно которому сказания Библии о шести днях творения следует понимать не буквально, а как символическое описание начала времени и течения времени.

Наука нового времени, основываясь на строгом методе научного исследования и на прямых или косвенных наблюдениях, пришла к выводу, что явления жизни подчинены строгой закономерности. В 18 веке эксперименты показали, что живые

организмы состоят из тех же простых веществ, что и неорганическая природа, и что многие соединения, образующиеся в организмах, могут быть созданы искусственно.

Учение о клеточном строении живых тканей, и эволюционная теория Ч. Дарвина стали важными шагами в понимании природы жизни. Дарвин показал, что естественный отбор, борьба за существование и наследственность приобретенных признаков играют ключевую роль в эволюции видов. Однако, вопрос о генезисе живых организмов оставался открытым. Сложные лабораторные эксперименты в разных странах не привели к искусственному синтезу живого организма из неорганических веществ. Тем не менее, факты, полученные из «путешествий во времени» и из глубин геологического прошлого, позволяют предполагать, что история Земли началась с эры, лишённой жизни, и поиск этой эры продолжается [8].

В начале XX века немецкий ученый О. Леман предложил оригинальную теорию возникновения первичных форм жизни из жидких кристаллов, которые являлись своеобразными веществами, объединяющими свойства как жидкости, так и твердого тела. Он провел эксперименты, результаты которых показали капли жидких кристаллов, напоминающие одноклеточные организмы.

Одновременно с этим биохимик С.П. Костычев опубликовал брошюру «О появлении жизни на Земле», в которой критически отозвался обо всех предлагавшихся гипотезах самозарождения организмов. По его мнению, вероятность случайного появления живой клетки совершенно невероятна, а аналогия с фабрикой лишь подчеркивает сложность структуры даже самых простейших микроорганизмов: «Если бы я предложил читателю обсудить, насколько велика вероятность того, чтобы среди неорганической материи путем каких-нибудь естественных, например, вулканических процессов случайно образовалась большая фабрика — с топками, трубами, котлами, то такое предложение в лучшем случае произвело бы впечатление неуместной шутки. Однако простейший микроорганизм устроен еще сложнее всякой фабрики, значит, его случайное возникновение еще менее вероятно». Общий вывод Костычева таков: «Как отзвуки споров о самозарождении окончательно заглухнут, тогда все признают, что жизнь только меняет свою форму, но никогда не создается из мертвой материи» [7].

В 1923 году В.И. Вернадский развил эти идеи в своем докладе «Начало и вечность жизни». Он утверждал о коренном различии живой и мертвой материи, а также выдвинул тезис о том, что жизнь является геологически вечной. Иначе говоря, в геологической истории мы не можем обнаружить эпохи, когда на нашей планете отсутствовала жизнь. Однако последующее развитие научной мысли привело к изменениям представлений о зарождении жизни. В ходе дальнейших исследований было выяснено, что процесс возникновения жизни на Земле до сих пор остается загадкой [8].

В настоящее время все более признается, что грань между живым и неживым не так легко установить, как это считалось ранее. В свете этих новых представлений становится ясно, что понятия «кристалл» и «жизнь» оказываются гораздо ближе, чем предполагалось. Исследования кристаллических структур привели к удивительным параллелям с живыми организмами,

открывая новые перспективы для понимания природы и эволюции жизни на Земле [5].

Современная механическая травма характеризуется тяжестью повреждений, которые определяют: возросшая энергия механического повреждения (за последние 100 лет увеличилась в 20–30 раз), ухудшающаяся демографическая ситуация (увеличение доли пожилых людей, различные остеодистрофии, кумуляция хронических заболеваний и т.п.). В целом проблема травматологии вырисовывается как эпидемия травматической болезни с возрастающей восприимчивостью. Становятся актуальными не только общеизвестные клинико-диагностические методы, но и поиск, и разработка новых способов оценки состояния организма и его систем в целом, мониторинг состояния и лечения, прогнозирование течения заболевания.

Результаты исследования показывают, что сложная физико-химическая архитектура жидких кристаллов достаточно ранима, даже небольшое механическое воздействие приводит к волнообразному распространению альтерирующего эффекта на весь объем вещества. Возможность регистрации нарушений в молекулярной структуре позволяет диагностировать патологический процесс на самой ранней, т.е. доклинической стадии развития, а при высокоэнергетических повреждениях отражает объем повреждения.

В течение последних лет, была проведена планомерная научная работа по изучению некоторых физических свойств сыворотки больных с тяжелыми и множественными повреждениями опорно-двигательного аппарата. На основании наблюдений и исследований разработаны совершенно новые способы оценки тяжести травматической болезни (патент № 2169365 от 03.05.2000), воспалительного процесса (патент № 2122731 от 25.09.96). Для прогнозирования исхода травматической болезни, так же разработан новый тест (патент № 2225161 от 10.04.2004).

Эти методы использованы в лечении более сотни больных показали свою эффективность. Все методики основаны на физической оценке некоторых свойств органических молекул в построении кристаллов. Молекулярные агрегаты, которые образуются в биожидкости, обладают анизотропией свойств, дихроизмом, двулучепреломлением и оптической активностью. Биожидкость не является однородным жидким кристаллом, а представляет собой сложную дисперсную систему, содержащую агрегаты липидов, белков и других биомолекул с жидкокристаллическим упорядочением.

Это главное и основное состояние вещества в живом организме, является одним из уровней организации жизни в биосфере, именно жидкие кристаллы составляют суть перехода от органических молекул к клетке.

Изучение биофизических свойств крови дает информацию о тяжести первичного повреждения при травме, а также при обширном хирургическом вмешательстве, является ценным и точным прогностическим критерием течения травматической болезни, прост в применении и дешев. У всех больных изменения нормализуются через 1–1,5 месяца после операции при благоприятном течении послеоперационного периода.

Дальнейшая разработка в данном направлении позволит по-новому понять природу механической травмы, ее патогенез,

диагностировать ранние осложнения в период травматической болезни, разработать принципиально новые методы лечения. Применение знаний о жидких кристаллах в биологических науках переосмыслит различные проблемы биологии и медицины, процессы гомеостаза и патологии, открывая новые пер-

спективы. С философской точки зрения, жидкие кристаллы помогли по-новому взглянуть на процесс зарождения жизни. На перекрестке наук жидкие кристаллы представляют собой междисциплинарную область исследования, объединяющую в себе естественные и гуманитарные науки.

Литература:

1. Минько, А. А. Физика жидких кристаллов: пособие / А. А. Минько.— Минск: БГУ, 2017.— 111 с.— Текст: непосредственный.
2. Шибяев, В. П. Необычные кристаллы или загадочные жидкости / В. П. Шибяев // Соросовский Образовательный Журнал.— 1996.— N11.— С. 37–46.— Текст: непосредственный.
3. Чандрасекар, С. Жидкие кристаллы / С. Чандрасекар.— М.: Мир, 1980.— 344 с.— Текст: непосредственный.
4. Салем, Р. Р. Физическая химия. Термодинамика / Р. Р. Салем.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.— 352 с.— Текст: непосредственный.
5. БОРИСОВА, О. Н. Значение кристаллизации биологических жидкостей для повседневной практики и перспективы / О. Н. Борисова, Ю. И. Цкипури, Е. А. Беляева // Вестник новых медицинских технологий.— Текст: электронный.— URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/znachenie-kristallizatsii-biologicheskikh-zhidkostey-dlya-povsednevnoy-praktiki-i-perspektivy-nauchnyy-obzor-literatury/viewer> (дата обращения: 23.05.2024)
6. Бессонов, Д. А. Жидкие кристаллы, строение, свойства / Д. А. Бессонов // Материалы XVI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум».— Текст: электронный.— URL: <https://scienceforum.ru/2024/article/2018035364> (дата обращения: 23.05.2024).
7. Баландин, Р. К. Жизнь, смерть, бессмертие? / Р. К. Баландин.— М.: Знание, 1992.— 37 с.— Текст: непосредственный.
8. Вернадский, В. И. Начало и вечность жизни: статьи / В. И. Вернадский // сост. Г. П. Аксенов.— М.: «Гаудеамус», 2023.— 507 с.— Текст: непосредственный
9. Джеймсон, М. Г. Мифология Древней Греции / М. Г. Джеймсон / Пер. В. А. Якобсона.— М., 1977.— 233–282 с.— Текст: непосредственный.
10. Последович, Н. Р. Жидкие кристаллы: учебное пособие по курсу «Физика» / Н. Р. Последович, И. И. Сергеев.— Минск: БГУИР, 2014.— 20 с.— Текст: непосредственный.
11. Вернадский, В. И. Труды по истории науки в России / В. И. Вернадский.— Москва: издательство «Наука», 1988.— 467 с.— Текст: непосредственный
12. Вернадский, В. И. Несколько слов о ноосфере / В. И. Вернадский // Успехи современной биологии.— 1944.— № 18.— С. 113–120.— Текст: непосредственный
13. Патент № 2169365 Российской Федерации, МПК G01N33/48. Способ оценки тяжести первичной травмы: № 2000111096/14: заявл. 03.05.2000: опубл. 20.06.2001 / Жуков П. В., Осипенко А. В., Бердюгина О. В., Стэльмах К. К.— 2 с.
14. Патент № 2122731 Российской Федерации, МПК G01N33/00. Способ диагностики воспалительного процесса: № 96119134/14: заявл. 25.09.1996: опубл. 27.11.1998 / Базарный В. В., Жуков П. В., Зыкина О. В., Кутепов С. М.— 2 с.
15. Патент № 2225161 Российская Федерация, МПК A61B5/00. Способ прогнозирования течения травматической болезни у больных с повреждениями опорно-двигательного аппарата: № 2002117995/14: заявл. 05.07.2002: опубл. 10.03.2004 / Жуков П. В., Стэльмах К. К., Трифонова Е. Б., Осипенко А. В., Нефедов С. А., Антониади Ю. В.— 3 с.

Влияние физической активности и адаптационных реакций организма на риск развития травм у спортсменов

Шалагинова Дарья Сергеевна, студент;

Игонина Анна Сергеевна, студент;

Легонькова Екатерина Алексеевна, студент

Уральский государственный медицинский университет (г. Екатеринбург)

Травмы среди спортсменов могут серьезно повлиять на их спортивные результаты и качество жизни. Ряд факторов, таких как физическая активность, сон, гормональный статус и психологическое состояние, могут увеличить вероятность их появления. Понимание этих факторов риска позволит более эффективно предотвращать травмы и улучшать результаты тренировок.

Ключевые слова: спортивные травмы, физическая активность, качество сна, менструальный цикл, психологическое состояние, спортсмены.

Influence of physical activity and adaptive reactions of the organism on the risk of injury development in athletes

Shalaginova Darya Sergeevna, student;
Igonina Anna Sergeevna, student;
Legonkova Yekaterina Alekseevna, student
Ural State Medical University (Ekaterinburg)

Injuries among athletes can seriously affect their athletic performance and quality of life. A number of factors such as physical activity, sleep, hormonal status and psychological state can increase the likelihood of their occurrence. Understanding these risk factors will enable more effective injury prevention and improved training performance.

Keywords: sports injuries, physical activity, sleep quality, menstrual cycle, psychological state, athletes.

Цель исследования: изучить факторы, влияющие на риск развития спортивных травм.

Материалы и методы: данные взяты из баз данных PubMed, Scopus, Embase, Cochrane Library.

Результаты: статья рассматривает влияние физической активности, адаптационных реакций организма и других факторов на риск развития травм у спортсменов. Установлено, что физическая активность, качество сна, менструальный цикл и психологическое состояние могут увеличивать вероятность травм. Предлагаются рекомендации по предотвращению травматизма, включая корректировку тренировочных программ и улучшение условий сна.

Выводы. Понимание ключевых факторов, влияющих на риск получения травм, позволяет спортсменам и тренерам эффективно адаптировать тренировочные программы и образ жизни, чтобы достичь максимальных спортивных результатов. Профилактические меры, направленные на предотвращение травматизма, играют важную роль в поддержании здоровья и безопасности спортсменов.

Введение

Физическая активность и адаптационные реакции организма играют важную роль в риске развития травм у спортсменов. Высокий уровень физической активности может привести к перенапряжению и растяжениям, особенно если спортсмены не уделяют достаточно внимания разминке и заминке. С другой стороны, недостаток физической активности может привести к ослаблению мышц и связок, что также увеличивает риск травм.

Адаптационные реакции организма, такие как гормональные изменения и изменения в психическом состоянии, также могут влиять на риск получения травм. Например, гормональные изменения, связанные с менструальным циклом, могут влиять на эластичность связок и мышечную силу, что может увеличить риск травм. Психическое состояние, такое как тревога или депрессия, также может повлиять на внимание и концентрацию спортсмена, что может привести к ошибкам и травмам.

Понимание этих факторов риска позволяет тренерам и спортсменам разрабатывать эффективные стратегии для предотвращения травматизма. Это может включать в себя раз-

работку индивидуальных тренировочных программ, учет менструального цикла при планировании тренировок и соревнований, а также обеспечение психологической поддержки для спортсменов.

Цель исследования — провести комплексный анализ научных исследований, рассматривающих факторы, влияющие на риск развития спортивных травм. В частности, статья направлена на исследование взаимосвязи интенсивности и регулярности физической активности со степенью подверженности травмам среди спортсменов различного уровня подготовки, оценку влияния качества и длительности сна, а также особенностей менструального цикла у женщин-спортсменок на их физическое состояние и вероятность получения травм.

Материалы и методы

Проведен анализ научных исследований, рассматривающих факторы, влияющие на риск развития спортивных травм. На основании полученных данных представлены рекомендации по осуществлению мероприятий, направленных на предупреждение травматизма среди спортсменов.

Результаты

Физическая активность

Растяжения могут быть острыми или хроническими; острое растяжение вызвано внезапной травмой, которая выводит сустав за пределы его функционального диапазона движений, тогда как хроническое растяжение возникает из-за повторяющихся движений, которые приводят к травме от перенапряжения [1].

Учитывая то, что растяжения в области голеностопного сустава является одним из наиболее распространенных типов травм у хоккеистов, Верхаген и др. [2] предложили ношение бандажа на лодыжке, тренировки баланса и упражнения по укреплению тыльных сгибателей стопы для снижения риска растяжения связок лодыжки. Причем проприоцептивная тренировка может снижать частоту растяжений голеностопного сустава у спортсменов с рецидивирующими растяжениями голеностопного сустава до того же уровня, что и у людей без растяжений голеностопного сустава в анамнезе.

Распространенность гипермобильности суставов, которая связана с повышенным травматизмом, колеблется от 2% до 57% [3]. Высокий риск травматизма объясняется слабостью связок и снижением проприоцепции коленного сустава [4]. Проприоцепция является важной составляющей соматосенсорной системы контроля баланса, а плохой баланс потенциально связан с плохой проприоцепцией [5]. Это еще раз доказывает важность упражнений на баланс для профилактики травм.

Качество и длительность сна

Плохое качество и неадекватный сон связаны с нарушением когнитивных, двигательных и поведенческих компонентов спортивных результатов и повышенным риском травм. Ластелла и др. [6] сообщили о недостаточной продолжительности сна среди спортсменов — в среднем 6,8 часов. В то же время Международный олимпийский комитет определяет сон, как основной фактор, влияющий на спортивные результаты, и рекомендует спать взрослым спортсменам не менее 7 часов [7].

Продолжительность сна менее оптимального (<7–8 часов сна в сутки) связана с повышенным риском травм [8]. В исследовании Райкес с участием 190 спортсменов [9] выявлено, что клинически выраженная бессонница различной степени выраженности и чрезмерная сонливость в дневное время, появляющаяся 2 и более раз в месяц, повышает риск сотрясения мозга. В то же время риск получения сотрясения мозга, связанного со спортом, в 1,75–11 раз выше у тех, у кого в анамнезе было одно или несколько сотрясений мозга [10].

Хроническое недосыпание, ограничение сна и депривация сна связаны с умственной усталостью, снижением внимания, увеличением времени реакции, нарушением прогнозирующего визуального отслеживания, снижением постурального и динамического двигательного контроля, ухудшением внутри- и межличностной регуляции эмоций, восприятия и реагирования, повышенной импульсивностью и рискованным поведением [11].

Кроме того, показатели спортивных результатов (показатели сердечно-сосудистой системы, выносливость, сила и точность) снижаются или ухудшаются при неадекватных или некачественных условиях сна, дневной сонливости или усталости [12].

Психическое здоровье

Существует тесная и многогранная связь между психическим здоровьем и физической работоспособностью [13]. Психическую подготовленность можно рассматривать как предпосылку здорового занятия спортом, предотвращающую возможность перетренированности, спортивного насилия и травм. В отчете 958 спортсменов первого дивизиона NCAA указано, что спортсмены, сообщившие о симптомах тревоги, в 2,2 раза выше травмировались, чем те, у кого симптомов депрессии не было [14]. В исследовании фон Розен выявлено, что низкое субъективное самочувствие увеличивает риск травм в течении последующей недели [15].

Менструальный цикл

Предполагается, что менструальный цикл связан с риском получения травм, однако существуют расхождения в результатах различных исследований, оценивающими женские гормоны и спортивные травмы. Шагава и др. [16] утверждают, что пик травматизма приходится на период овуляции. В исследовании Лаго-Фуэнтес сообщалось о более высоком риске в фолликулярной фазе [17], а Форузанде Шахраки и др. [18] — в лютеиновой фазе.

Риск травматизма увеличивается при повышенной слабости связок, которая может увеличиваться при повышении температуры тела (увеличивается во 2 фазе цикла), увеличении уровня эстрадиола и релаксина [19]. Кроме этого, эстроген улучшает функцию скелетных мышц, связывая миозин с актином, усиливая мышечные сокращения [20]. В одних исследованиях указано, что пик эстрадиола приводит к увеличению силы четырехглавых мышц, уменьшению времени мышечного расслабления и повышению утомляемости мышц [21]. Эстроген или прогестерон негативно влияют на нервно-мышечную рекрутацию и мышечный контроль [22]. Таким образом, овуляторная фаза связана с повышенным риском травм.

Гормональные колебания на протяжении менструального цикла приводят к изменению эластичности связочного аппарата, мышечной силы, температуры тела и нервно-мышечному контролю, заставляя женщин постоянно адаптироваться, что повышает риск получения травм.

Обсуждение

Нами изучены основные факторы, влияющие на риск травматизации спортсменов. Исходя из анализа данных факторов, отражающих качество жизни и являющихся социально значимыми аспектами, при неблагоприятном их течении устанавливается временное или стойкое снижение спортивной работоспособности, нередко с длительной утратой трудоспособности и даже с инвалидностью.

Понимание специфических особенностей спортивной деятельности, факторов риска способствует разработке эффективных программ превентивных мер на тренировочных занятиях и соревнованиях по видам спорта, направленных на предотвращение травм у спортсменов. Так, например, для предупреждения спортивных травм разрабатывается правильная методика тренировки, обеспечивается хорошее состояние мест занятий, инвентаря, одежды, обуви, проводится регулярный врачебный контроль, выполняется контроль гигиенических требований.

Таким образом, комплекс мер, направленный на предупреждение травматизма среди спортсменов, призван повысить культуру здоровья спортсмена, повлиять на оздоровление его стиля жизни и создать условия для более эффективного развития.

Выводы

Проблема травматизма в спорте является традиционно актуальным направлением медицины и затрагивает всех специалистов, принимающих участие в тренировочном процессе и, без-

условно, самих спортсменов. Существует множество факторов, повышающих риск травматизма, среди них — уровень физической активности, качество сна, фаза менструального цикла, психическое состояние. Знания о данных факторах риска позволяют оптимально скорректировать программу тренировок и другие аспекты жизни профессиональных спортсменов для достижения наилучших результатов в спорте. Для снижения риска травматизма у спортсменов важна комплексная профилактическая программа, учитывающая физическое и психоло-

гическое здоровье атлетов. Включение адекватных периодов отдыха и сна, корректировка тренировочных нагрузок с учётом физиологических циклов, особенно для женщин, а также регулярное психологическое консультирование способствует уменьшению вероятности травм. Продуманный подход к тренировкам, соответствующий индивидуальным особенностям и уровню подготовки атлетов, также играет ключевую роль в предотвращении травм и поддержании высоких спортивных достижений.

Литература:

1. Murtaugh K. Field hockey injuries. *Curr Sports Med Rep.* 2009 Sep-Oct;8(5):267–72. doi: 10.1249/JSR.0b013e3181b7f1f4. PMID: 19741355.
2. Verhagen EA, van Mechelen W, de Vente W. The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. *Clin J Sport Med.* 2000 Oct;10(4):291–6. doi: 10.1097/00042752-200010000-00012. PMID: 11086757.
3. Remvig L, Jensen DV, Ward RC. and Epidemiology of general joint hypermobility and basis for the proposed criteria for benign joint hypermobility syndrome: review of the literature. *J Rheumatol.* 2007; 34: 804–809.
4. Fatoye F, Palmer S, Macmillan F, Rowe P, van der Linden M. and Proprioception and muscle torque deficits in children with hypermobility syndrome. *Rheumatology (Oxford).* 2009; 48: 152–157. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/ken435>.
5. Lin YL, Karduna A. and Errors in shoulder joint position sense mainly come from the glenohumeral joint. *J Appl Biomech.* 2017; 33: 32–38. <https://doi.org/10.1123/jab.2016-0034>.
6. Lastella M, Roach GD, Halson SL, Sargent C. Sleep/wake behaviours of elite athletes from individual and team sports. *Eur J Sport Sci.* 2015;15(2):94–100. doi: 10.1080/17461391.2014.932016. Epub 2014 Jul 4. PMID: 24993935.
7. Reardon CL, Hainline B, Aron CM, Baron D, Baum AL, Bindra A, Budgett R, Campriani N, Castaldelli-Maia JM, Currie A, Der-evensky JL, Glick ID, Gorczynski P, Gouttebauge V, Grandner MA, Han DH, McDuff D, Mountjoy M, Polat A, Purcell R, Putukian M, Rice S, Sills A, Stull T, Swartz L, Zhu LJ, Engebretsen L. Mental health in elite athletes: International Olympic Committee consensus statement (2019). *Br J Sports Med.* 2019 Jun;53(11):667–699. doi: 10.1136/bjsports-2019-100715. PMID: 31097450.
8. Milewski MD, Skaggs DL, Bishop GA, et al. Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *J Pediatr Orthop* 2014;34(2):129. doi: 10.1097/BPO.000000000000151.
9. Raikes AC, Athey A, Alfonso-Miller P, Killgore WDS, Grandner MA. Insomnia and daytime sleepiness: risk factors for sports-related concussion. *Sleep Med.* 2019 Jun;58:66–74. doi: 10.1016/j.sleep.2019.03.008. Epub 2019 Mar 25. PMID: 31132574; PMCID: PMC7604222.
10. Abrahams S, Fie SM, Patricios J, et al. Risk factors for sports concussion: an evidence-based systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48(2):91–7. doi: 10.1136/bjsports-2013-092734.
11. Li H, Moreland JJ, Peek-Asa C, Yang J. Preseason Anxiety and Depressive Symptoms and Prospective Injury Risk in Collegiate Athletes. *Am J Sports Med.* 2017 Jul;45(9):2148–2155. doi: 10.1177/0363546517702847. Epub 2017 Apr 25. PMID: 28441037.
12. Short MA, Weber N. Sleep duration and risk-taking in adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev* 2018;41:185–96. doi: 10.1016/j.smrv.2018.03.006.
13. Fullagar HHK, Skorski S, Duffield R, et al. Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med* 2015;45(2):161–86. doi: 10.1007/s40279-014-0260-0.
14. Fossati C, Torre G, Vasta S, Giombini A, Quaranta F, Papalia R, Pigozzi F. Physical Exercise and Mental Health: The Routes of a Reciprocal Relation. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Nov 24;18(23):12364. doi: 10.3390/ijerph182312364. PMID: 34886090; PMCID: PMC8656946.
15. Von Rosen P, Heijne A. Subjective well-being is associated with injury risk in adolescent elite athletes. *Physiother Theory Pract.* 2021 Jun;37(6):748–754. doi: 10.1080/09593985.2019.1641869. Epub 2019 Jul 18. PMID: 31317797.
16. Shagawa M, Maruyama S, Sekine C, Yokota H, Hirabayashi R, Hirata A, Yokoyama M, Edama M. Comparison of anterior knee laxity, stiffness, genu recurvatum, and general joint laxity in the late follicular phase and the ovulatory phase of the menstrual cycle. *BMC Musculoskelet Disord.* 2021 Oct 18;22(1):886. doi: 10.1186/s12891-021-04767-8. PMID: 34663291; PMCID: PMC8524894.
17. Lago-Fuentes C, Padrón-Cabo A, Fernández-Villarino M, Mecías-Calvo M, Muñoz-Pérez I, García-Pinillos F, Rey E. Follicular phase of menstrual cycle is related to higher tendency to suffer from severe injuries among elite female futsal players. *Phys Ther Sport.* 2021 Nov;52:90–96. doi: 10.1016/j.ptsp.2021.08.008. Epub 2021 Aug 21. PMID: 34450561.
18. Forouzandeh Shahraki S, Minoonejad H, Moghadas Tabrizi Y. Comparison of some intrinsic risk factors of shoulder injury in three phases of menstrual cycle in collegiate female athletes. *Phys Ther Sport.* 2020 May;43:195–203. doi: 10.1016/j.ptsp.2020.02.010. Epub 2020 Feb 25. PMID: 32220759.

19. Dragoo JL, Castillo TN, Braun HJ, Ridley BA, Kennedy AC, Golish SR. Prospective correlation between serum relaxin concentration and anterior cruciate ligament tears among elite collegiate female athletes. *Am J Sports Med.* 2011 Oct;39(10):2175–80. doi: 10.1177/0363546511413378. Epub 2011 Jul 7. PMID: 21737831.
20. Lowe DA, Baltgalvis KA, Greising SM. Mechanisms behind estrogen's beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010 Apr;38(2):61–7. doi: 10.1097/JES.0b013e3181d496bc. PMID: 20335737; PMCID: PMC2873087.
21. Dedrick GS, Sizer PS, Merkle JN, Hounshell TR, Robert-McComb JJ, Sawyer SF, Brismée JM, Roger James C. Effect of sex hormones on neuromuscular control patterns during landing. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008 Feb;18(1):68–78. doi: 10.1016/j.jelekin.2006.09.004. Epub 2006 Oct 31. PMID: 17079166.
22. Bäckström T., Baird D. T., Bancroft J., Bixo M., Hammarbäck S., Sanders D., Smith S., Zetterlund B. Endocrinological aspects of cyclical mood changes during the menstrual cycle or the premenstrual syndrome. *J. Psychosom. Obstet. Gynaecol.* 1983;2:8–20. doi: 10.3109/01674828309081250.

Особенности течения острого коронарного синдрома у лиц молодого возраста, перенесших COVID-19

Шерemet Михаил Иванович, студент

Научный руководитель: Чегодаева Людмила Викторовна, кандидат медицинских наук, доцент
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева (г. Саранск)

По мнению ряда авторов, для развития инфаркта миокарда на фоне COVID-19 наличие стенозирующего атеросклероза коронарных артерий не является обязательным. В настоящее время в литературе описаны подтвержденные случаи политромбоза коронарных артерий [1, 2]. По данным некоторых исследователей [7], предполагаемый риск развития сердечно-сосудистых событий после перенесенного COVID-19 на 74% выше, чем в популяции аналогичного пола и возраста, представленной группой сравнения. В статье представлены особенности течения острого коронарного синдрома у лиц молодого возраста, перенесших новую коронавирусную инфекцию.

Ключевые слова: острый коронарный синдром, COVID-19, новая коронавирусная инфекция, молодой возраст.

Актуальность. В научной литературе за последние годы все чаще появляются публикации результатов исследований, демонстрирующих учащение развития заболеваний сердечно-сосудистой системы, в том числе острого коронарного синдрома у пациентов, перенесших новую коронавирусную инфекцию.

Несмотря на то, что вирус SARS-CoV-2 преимущественно поражает легкие, он оказывает негативное влияние на сердечно-сосудистую систему посредством как прямого кардиотоксического влияния на миокард, так и формирования эндотелиальной дисфункции, способствующей дестабилизации атеросклеротических бляшек [1,3].

В настоящее время имеются доказательства вовлечения эндотелиальных клеток в поражение COVID-19 через ангиотензин-превращающий фермент, снижение его активности приводит к увеличению уровня ангиотензина II с последующим развитием системной вазоконстрикции, воспаления и фиброза, что, несомненно, увеличивает риск сердечно-сосудистых осложнений. [2].

Рядом исследователей ключевыми звеньями патогенеза коагулопатии, влияющими на клиническое течение COVID-19 считаются тромбоцитопатия и эндотелиопатия, которые способствуют развитию тромботической микроангиопатии [4,5].

Кардиальные симптомы, такие как сердцебиение, боль и дискомфорт в грудной клетке (стеснение в груди), плохая пе-

реносимость физической нагрузки, головокружение, высокая ЧСС в состоянии покоя проявляются как у госпитализированных пациентов, так и после легких форм заболевания. Известно, что нет четкой связи сердечно-сосудистых симптомов при долгом COVID-19 с ранее существовавшей сердечно-сосудистой патологией [6,7].

Клиницистам очень важно проведение дифференциальной диагностики между кардиореспираторными симптомами как неспецифическим проявлением синдрома длительного COVID-19 и манифестацией патологии сердечно-сосудистой системы.

Цель работы. Целью нашего исследования является изучение особенностей течения острого коронарного синдрома у лиц молодого возраста после перенесенной COVID-19.

Материалы и методы исследования

Для изучения интересующей нас проблемы проведен ретроспективный анализ историй болезни 43 пациентов в возрасте от 21 до 45 лет с диагнозом ОКС, находившихся на стационарном лечении в региональном сосудистом центре ГБУЗ «Ейская ЦРБ» в 2021–2022 гг. Все исследуемые переболели коронавирусной инфекцией (диагноз подтвержден на основании положительного теста ПЦР мазка из рото- и носоглотки и/или типичной картиной КТ легких и/или обнаружением антител к COVID-19). Сведения о тяжести течения коронавирусной ин-

фекции были зафиксированы в медицинских картах пациентов. Период от момента выздоровления после COVID-19 составил от одного до шести месяцев, в среднем 3 месяца.

Выявлено, что 20% пациентов амбулаторно продолжали прием прямых оральных антикоагулянтов (ПОАК) в низкой дозе (апиксабан по 2,5 мг 2 раза в сутки).

Результаты исследования

Группа исследуемых пациентов состояла из 36 человек в возрасте от 21 до 45 лет, из них 21 женщины и 15 мужчин. В исследуемой группе преобладали лица от 21 до 29 лет, средний возраст составил $27,0 \pm 0,62$ лет.

Большинство пациентов (86%) перенесли COVID-19 в легкой форме, 12% имели в анамнезе средне-тяжелое течение заболевания и 2% тяжелое.

Диагноз ОКС был выставлен на основании клинического, лабораторного и инструментального методов обследования.

По данным исследования выявлены следующие факторы сердечно-сосудистого риска: артериальная гипертензия — 36%, курение — 29%, избыточная масса тела — 28%, дислипидемия — 7%. Следует отметить, что среди пациентов, имеющих в анамнезе средне-тяжелое и тяжелое течение инфекции, были выявлены новые случаи подтвержденной артериальной гипертензии и сахарного диабета.

Провоцирующими факторами ОКС явились: психоэмоциональный стресс (47%), значительная физическая нагрузка (39%), гипертонический криз (6%), неизвестный фактор (8%).

Наиболее распространенным клиническим проявлением ОКС у лиц молодого возраста явилось сочетание одышки (астматическая форма) с болевым ангинозным приступом (87%). Далее по распространенности регистрировались церебральная (7%) и абдоминальная (6%) формы.

Анализируя данные ЭКГ исследования получено, что в 40% случаев патологический процесс локализовался в нижней стенке левого желудочка, 60% — передне-перегородочно-верхушечно-боковой области левого желудочка.

Выраженность резорбционно-некротического синдрома оказалась следующей: содержание тропонина Т составило от 0,04 до 45,8 нг/мл (среднее значение — $22,9 \pm 28,4$ нг/мл). Уровень общей КФК находился в пределах от 23 до 200 Ед/л, среднее значение составило $111,5 \pm 8,3$ Ед/л., содержание лейкоцитов при поступлении от $9,7 \times 10^9$ до $16,8 \times 10^9$ /л, в среднем $11,67 \pm 1,34$ /л, величина СОЭ от 10 до 55 мм/ч (средняя величина — $21,56 \pm 4,3$ мм/ч).

Также стоит отметить, что у 85% больных исследовали D-димер. Данный показатель составил от 650 до 1002 нг/мл, средний показатель был равен $756 \pm 28,4$ нг/мл.

Средний уровень СРБ составил $28,1 \pm 1,34$ мг/л.

При исследовании общего анализа крови 76% исследуемых больных выявлена анемия легкой степени, что, несомненно,

увеличивает гипоксемию и способствует усугублению ишемии миокарда.

По результатам коронарографии выявлено, что для молодых пациентов более характерно однососудистое атеросклеротическое поражение коронарного русла. 19,9% пациентов имели многососудистый характер тромбоза коронарной артерии, у 15% пациентов молодого возраста коронарные артерии не имели обструктивного поражения. У большинства пациентов (43%) молодого возраста выявлена патология передней межжелудочковой ветви, поражение правой коронарной артерии диагностировано в 24% случаев, огибающей артерии — у 15% пациентов, в 7% — поражение ветви тупого края. В 15% случаев коронарные артерии не имели атеросклеротических стенозов; у 6% пациентов отмечалось существенное сужение (на 51–75%); 59% — гемодинамически значимые сужения венечных артерий (сужение на 76% и более); 18% больных имели окклюзию тромбом.

С целью выявления локальных нарушений сократимости и определения прогноза развития хронической сердечной недостаточности нами проанализированы эхокардиоскопические показатели. Незначительное снижение фракции выброса обнаружено у 13% больных и составило в среднем $48,64 \pm 1,6\%$. Конечный диастолический размер левого желудочка в среднем составил $5,24 \pm 0,74$ см. Выявлено, что размеры левого предсердия находились в пределах от 3,3 см до 5,2 см (среднее значение — $3,8 \pm 0,73$ см). У трети пациентов выявлены локальные нарушения сократимости миокарда левого желудочка.

Результаты анализа ХМ ЭКГ были следующими. У 87% больных желудочковая эктопическая активность была представлена одиночными мономорфными желудочковыми экстрасистолами в количестве менее 30 в час, тогда как 13% пациентов имели пробежки мономорфной желудочковой тахикардии, наличие которых увеличивает риск развития фатальных нарушений ритма и внезапной смерти.

Выводы

Перенесенный COVID-19 оказывает негативное влияние на развитие ИМ и патогенетические механизмы его течения. Характерным течением ОКС после COVID-19 является смазанность клинических проявлений, преобладают жалобы на респираторные патологии, в то время как кардиальные симптомы могут уходить на второй план.

У большинства молодых пациентов (80%), которые недавно перенесли COVID-19, острый коронарный синдром завершился развитием инфаркта миокарда. В патогенезе которого отмечены не только гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий атеросклеротического характера, но и большая роль отведена их тромбированию вследствие системной коагулопатии, возникающей на фоне воспалительного процесса.

Литература:

1. Evans PC, Rainger GEd, Mason JC, et al. Endothelial dysfunction in COVID-19: a position paper of the ESC Working Group for Atherosclerosis and Vascular Biology, and the ESC Council of Basic Cardiovascular Science. *Cardiovascular Research*. 2020;116(14):2177–84. DOI: 10.1093/cvr/cvaa230

2. Bian J, Li Z. Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2): SARS-CoV-2 receptor and RAS modulator. *Acta Pharmaceutica Sinica*. 2021;11(1):1–12. DOI: 10.1016/j.apsb.2020.10.006
3. Вахненко Ю. В., Коротких А. В., Багдасарян Е. А. Повреждение миокарда при новой коронавирусной инфекции (обзор литературы) // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2021. Выпуск 82. С. 129–145
4. Lippi G, Plebani M, Henry BM. Thrombocytopenia is associated with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19) infections: A metaanalysis. *Clinica Chimica Acta*. 2020;506:145–8. doi: 10.1016/j.cca.2020.03.022
5. Zarychanski R, Houston DS. Assessing thrombocytopenia in the intensive care unit: the past, present, and future. *Hematology. American Society of Hematology. Education Program*. 2017;(1):660–6. DOI: 10.1182/asheducation-2017.1.660.
6. Ларина В. Н., Глибко К. В., Аракелов С. Э., Титова И. Ю., Касаева Д. А. Новая коронавирусная инфекция как дополнительный фактор сердечно-сосудистого риска в молодом и среднем возрасте // Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний. 2022. Т. 10. Выпуск 36. С. 32–41
7. Любавин А. В. Особенности течения острого коронарного синдрома у пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // Наука молодых. 2022. Т. 10. № 1. С. 101–112.

ЭКОЛОГИЯ

Пластиковые отходы как загрязнители океана

Машекенов Мади Рустемович, студент
Научный руководитель: Буркитбаева Улжан Дуйсенбаевна, доктор PhD, ассоциированный профессор
Торайгыров университет (г. Павлодар, Казахстан)

В данной статье дается краткий анализ пластиковых отходов океана и их влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: океан, пластиковые отходы, переработка

Пластиковые отходы представляют одну из наиболее серьезных экологических проблем современности, особенно в контексте загрязнения океана. С годами использования пластик стал неотъемлемой частью нашей жизни, но неконтролируемая выработка и недостаточная переработка привели к тому, что миллионы тонн пластика попадают в моря и океаны ежегодно. Этот вид загрязнения оказывает серьезное воздействие на морскую жизнь, экосистемы и здоровье человека.

Пластиковые отходы как физический загрязнитель

Микро- и макрочастицы пластика, обнаруженные как в морских водах, так и на суше, представляют серьезную экологическую проблему, поскольку, согласно данным исследования журнала Science, ежегодно около 8 миллионов тонн пластика попадает в океаны, приводя к образованию огромных мусорных пятен, таких как тихоокеанский «пластиковый континент», который площадью в три раза превосходит территорию Франции, а также, согласно журналу Environmental Science & Technology, примерно 70% микропластика, считающегося загрязнением океана, поглощается морскими организмами, что создает прямую угрозу для морской жизни и в конечном итоге для человека, в связи с возможным попаданием микропластика в пищевую цепочку через употребление морепродуктов.

Пластиковые отходы представляют серьезную угрозу для морских животных: более 800 видов морских животных, включая млекопитающих, птиц и рыб, подвергаются риску

отравления пластиком, согласно данным Национального института океанологии и атмосферы, а исследование, опубликованное в журнале Proceedings of the National Academy of Sciences, показывает, что около 90% морских птиц имеют следы пластикового загрязнения в желудках; в дополнение к этому, статистика, представленная в журнале Global Change Biology, указывает, что более 50% всех морских черепах рискуют погибнуть из-за пластикового загрязнения, что создает серьезные угрозы для биоразнообразия морских экосистем.

Как пример можно рассмотреть птиц альбатросов. Пластиковые отходы оказывают разрушительное воздействие на альбатросов, исследование журнала «Marine Ecology Progress Series» показывает, что более 98% альбатросов, проживающих в северной части Тихого океана, имеют в своем желудке пластиковые частицы, а статистика, представленная в журнале «Science Advances», утверждает, что около 100 тысяч альбатросов погибают ежегодно из-за пластиковых отходов, что создает серьезные угрозы для выживания этого видового сообщества и подчеркивает необходимость более активных мер по борьбе с загрязнением океана пластиком.

Одним из методов переработки является метод химической переработки. Начинается с термического или каталитического разложения пластиковых отходов на более простые молекулы, которые затем проходят процесс конденсации или полимеризации для получения полезных химических веществ или топлива; например, согласно исследованию из «Journal of Cleaner Production», химическая переработка может превратить до 90% пластиковых отходов в синтезируемые углеводороды, такие как

Таблица 1

Тип загрязнителя	Описание	Влияние на окружающую среду	Переработка и утилизация
Пластиковые отходы	Микро и макро пластиковые частицы в море и на суше	Угроза для морских животных, засорение пляжей	Ключевая роль переработки

метан и этилен, что может быть использовано в различных промышленных процессах.

Переработка и утилизация пластиковых отходов играют ключевую роль в сокращении загрязнения океанов: согласно данным Eurostat, в Европейском союзе перерабатывается более 30% пластика, что значительно превосходит аналогичные показатели в США (9%), что, в свою очередь, по данным Национального института защиты окружающей среды, приводит к тому, что около 50% пластиковых отходов в США, подлежащих переработке, отправляются на свалку; кроме того, исследование

ООН показывает, что мировая переработка пластика увеличивается на 6% каждый год, а данные Журнала Environmental Science & Technology подтверждают, что переработка 1 тонны пластика позволяет сэкономить 5,7 кубометров древесины, что создает экономические выгоды, так как, согласно Институту управления отходами, каждый доллар, вложенный в переработку пластика, создает до 6 долларов прибыли и рабочих мест, что подчеркивает важность и эффективность переработки и утилизации пластиковых отходов для сокращения их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

Литература:

1. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat>
2. Национальный институт защиты окружающей среды. <https://www.epa.gov/>
3. Организация Объединенных Наций (ООН). <https://www.un.org/>
4. Институт управления отходами. <https://www.waste360.com/>
5. Национальный институт океанологии и атмосферы. <https://www.noaa.gov/>
6. Proceedings of the National Academy of Sciences. <https://www.pnas.org/>
7. Global Change Biology. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/13652486>
8. «Marine Ecology Progress Series». <https://www.int-res.com/journals/meps/>
9. «Science Advances». <https://advances.sciencemag.org/>
10. Science. <https://www.sciencemag.org/>
11. Журнал Environmental Science & Technology. <https://pubs.acs.org/journal/esthag>
12. «Journal of Cleaner Production». <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-cleaner-production>

Молодой ученый

Международный научный журнал
№ 21 (520) / 2024

Выпускающий редактор Г. А. Кайнова
Ответственные редакторы Е. И. Осянина, О. А. Шульга, З. А. Огурцова
Художник Е. А. Шишков
Подготовка оригинал-макета П. Я. Бурьянов, М. В. Голубцов, О. В. Майер

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.
Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов.
При перепечатке ссылка на журнал обязательна.
Материалы публикуются в авторской редакции.

Журнал размещается и индексируется на портале eLIBRARY.RU, на момент выхода номера в свет журнал не входит в РИНЦ.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-38059 от 11 ноября 2009 г., выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

ISSN-L 2072-0297

ISSN 2077-8295 (Online)

Учредитель и издатель: ООО «Издательство Молодой ученый». 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

Номер подписан в печать 05.06.2024. Дата выхода в свет: 12.06.2024.

Формат 60×90/8. Тираж 500 экз. Цена свободная.

Почтовый адрес редакции: 420140, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Юлиуса Фучика, д. 94А, а/я 121.

Фактический адрес редакции: 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.

E-mail: info@moluch.ru; <https://moluch.ru/>

Отпечатано в типографии издательства «Молодой ученый», 420029, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Академика Кирпичникова, д. 25.