

ПОТРЕБЛЕНИЕ РЫБЫ, СОДЕРЖАНИЕ РТУТИ В ВОЛОСАХ И РИСК РАЗВИТИЯ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ЖИТЕЛЕЙ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ
(СЕВЕРО-ЗАПАД РОССИИ)

О.П. ШУВАЛОВА*, Е.С. ИВАНОВА*, В.Т. КОМОВ***

* *Череповецкий государственный университет, просп. Луначарского, д. 5, Череповец, 162600, Россия*

** *Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук,
пос. Борок, д. 109, Ярославской обл., 152742, Россия*

Аннотация. Данная работа посвящена изучению взаимосвязи между воздействием ртути в результате потребления рыбы и сердечно-сосудистых заболеваний у жителей Вологодской области. **Цель исследования** – выявить связь между содержанием ртути в волосах и повышением риска сердечно-сосудистых заболеваний в зависимости от потребления рыбы и связанного с этим уровнями холестерина, триглицеридов, глюкозы в крови. **Материалы и методы исследования.** Обследование проводилось с 2016 по 2018 гг. на территории Вологодской области. Число участников исследования составляло 1246 человек, из которых 802 с сердечно-сосудистыми заболеваниями и 444 были практически здоровыми (группа контроля). Определение содержания ртути в волосах проведено на базе лаборатории атомно-абсорбционной спектроскопии кафедры биологии ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет». Аналитические исследования на определение биохимических показателей крови проводились в клинико-диагностической лаборатории МЦ «Родник» города Череповца. Данные были проанализированы с использованием программного обеспечения SPSS 17.0, Statistica 12.0. **Результаты, их обсуждение и выводы.** Медианные значения ртути в волосах жителей Вологодской области составили 0,384 мг/кг у мужчин (342 человека) и 0,346 мг/кг у женщин (904 человека). Тенденция к увеличению уровня ртути в волосах наблюдалась при повышении частоты употребления рыбы, как у мужчин, так и у женщин ($P_{trend} < 0,001$). Значения холестерина, триглицеридов статистически достоверно увеличивались с повышением показателей квартилей ртути в волосах у женщин после поправки на возраст ($P < 0,001$; $P = 0,01$). У мужчин достоверных увеличений биохимических показателей крови не наблюдалось. Модели логистического регрессионного анализа были использованы для оценки отношения шансов наличия артериальной гипертензии с поправкой на частоту употребления рыбы в пищу, возраст, гипергликоземию и сахарный диабет 2-го типа, курение, которое было статистически значимо выше в максимальных квартилях ртути у мужчин и женщин. Эти данные свидетельствуют о том, что содержание ртути в волосах может быть связано с повышенным риском развития сердечно-сосудистых заболеваний у жителей Вологодской области (Северо-Запад России).

Ключевые слова: ртуть, волосы, артериальная гипертензия, частота употребление рыбы.

FISH CONSUMPTION, MERCURY CONTENT IN HAIR AND THE RISK OF DEVELOPING
CARDIOVASCULAR DISEASES IN RESIDENTS OF THE VOLOGDA REGION
(NORTH-WEST OF RUSSIA)

O.P. SHUVALOVA*, E.S. IVANOVA*, V.T. KOMOV***

* *Cherepovets State University, Lunacharsky Ave., 5, Vologodskaya oblast, Cherepovets, 162600, Russia*

** *Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences,
Borok village, 109, Nekouzskiraion, Yaroslavskaya oblast, 152742, Russia*

Abstract. The work is dedicated to studying correlation between damaging action of mercury resulting from fish consumption and cardiovascular diseases (CVDs) among the inhabitants of Vologda Oblast. **The research purpose** is to reveal the relation between mercury content in hair and elevated risk of CVDs depending on fish consumption and corresponding blood levels of cholesterol, triglycerides, glucose. **Materials and methods.** The study was carried out from 2016 to 2018 on the territory of Vologda Oblast. 1246 people participated in the study, 802 of them had CVDs and 444 were practically healthy (control group). Mercury content in hair was measured in the Laboratory of Atomic Absorption Spectrometry, Chair of Biology, Cherepovets State University. Analytical studies of blood biochemical parameters were carried out in clinical diagnostic laboratory of Rodnik medical centre, Cherepovets. Data were analyzed in SPSS 17.0 and Statistica 12.0 program packages. **Results and its discussion, conclusion.** Median values of hair mercury content among the inhabitants of Vologda Oblast comprised 0.384 mg/kg in men (342 persons) and 0.346 mg/kg in women (904 persons). A tendency of increased mercury content was observed with elevated fish consumption frequency in both men and women

($P_{trend} < 0.001$). The values of cholesterol and triglyceride levels significantly and reliably increased with increase of hair mercury quartiles in age-adjusted groups of women ($P < 0.001$; $P = 0.01$). As for men, no significant increase of biochemical parameters of blood was observed. Models of logistic regression analysis were used to estimate odds ratio of progression of arterial hypertension (AH) with adjustments made for fish consumption frequency, age, hyperglycemia and type 2 diabetes mellitus (T2D), smoking (which was significantly higher in the highest quartiles of mercury content in men and women). These data provide evidence that mercury content in hair might be related to increased risks of progression of CVDs among the citizen of Vologda Oblast (North-Western Russia).

Keywords: mercury, hair, arterial hypertension, frequency use of fish.

Введение. Основными путями воздействия *ртути* (Hg) на человека является потребление пищевых продуктов, содержащих Hg, включая рыбу и другие морепродукты, которые дают большой вклад не связанный с вредными производствами. В российских и зарубежных исследованиях была отмечена связь между потреблением рыбы и повышением уровня Hg в волосах людей [7, 13]. Hg негативно влияет на сердечно-сосудистую систему, увеличивая риск гипертонии, атеросклероза, инфаркта миокарда, ишемической болезни сердца [4, 9]. Однако, омега-3 жирные кислоты, содержащиеся в рыбе, положительно влияют на профилактику *сердечно-сосудистых заболеваний* (ССЗ). Поэтому такие организации, как *Всемирная организация здравоохранения* (WHO) и Управление США по контролю за качеством продуктов и лекарственных средств (FDA) рекомендуют ограничивать употребление рыбы, содержащей более высокие уровни ртути, а не полностью исключать ее из рациона.

На территории Вологодской области имеются водоемы, населенные рыбами, в мышцах которых содержание ртути превышает нормативные уровни, действующие в России (0,3 мг/кг – нехищная и 0,6 мг/кг – хищная рыба). Рыба традиционно присутствует в рационе населения области (потребление рыбопродуктов на душу населения составляет 23,3 кг/год) [2].

Цель исследования – выявить связь между содержанием ртути в волосах и повышением риска ССЗ в зависимости от потребления рыбы и связанного с этим уровнями холестерина, триглицеридов, глюкозы в крови.

Материалы и методы исследования. Обследование проводилось с 2016 по 2018 гг. на территории Вологодской области. Число участников исследования составляло 1246 человек, из которых 802 с ССЗ и 444 были практически здоровыми (группа контроля). Группа с ССЗ состояла из 256 мужчин и 546 женщин, а контрольная (без ССЗ) группа состояла из 86 мужчин и 358 женщин. У обследуемых лиц, были взяты образцы волос и крови для анализов, проводился опрос путем самозаполнения структурированной анкеты, куда входили вопросы о возрасте, поле, статусе курения, частоте употребления рыбы в пищу, о наличии/отсутствии ССЗ. Использовались данные медицинской документации, касающиеся наличия ССЗ. Все участники были проинформированы о том, что результаты их анализов будут считаться конфиденциальной информацией.

Обследование населения проводилось с их информированного согласия в соответствии с *принципами этики Всемирной медицинской Ассоциации (Хельсинкская декларация) для экспериментов с участием человека* [15]. Программа исследования была обсуждена и одобрена Комиссией по биоэтике Череповецкого государственного университета и Территориальным управлением здравоохранения Вологодской области (№ 2–1 / 55, 18.01.2019).

Определение содержания ртути в волосах проведено на базе лаборатории атомно-абсорбционной спектроскопии кафедры биологии ФГБОУ ВО «Череповецкий государственный университет». Аналитические исследования на определение биохимических показателей крови проводились в клинико-диагностической лаборатории МЦ «Родник» города Череповца.

У участников исследования отбирали волосы с затылочной части головы по всей длине на расстоянии не более 1-2 мм от кожи. Для анализа оставляли часть волос длиной 3-5 см от корневой части [3].

Определение ртути в биологическом материале (волосы) проводили с помощью ртутного анализатора РА-915М с пиролитической приставкой ПИРО-915+ (Люмэкс, Россия) атомно-абсорбционным методом посредством пиролиза (диапазон измерений: 0,2-200 мг/кг; объем (масса) пробы: 5-300 мг). Навеску пробы (от 10 до 50 мг) помещали в кварцевый дозатор. Включали интегрирование аналитического сигнала, и дозатор вводили в приставку «ПИРО-915+». После возвращения аналитического сигнала на базовую линию (в течение 1-2 минут) интегрирование завершали. Внутренний контроль качества аналитических методов измерения контролировали с использованием сертифицированного биологического материала DORM-4 (Институт химии окружающей среды, Оттава, Канада). Воспроизводимость метода (коэффициент вариации повторных измерений) составляла от 0,05 до 2,5%.

Для определения биохимических показателей метаболизма и гематологических исследований отбирали кровь из локтевой вены после 12-часового голодания. Образцы венозной крови центрифугировали. В свежих образцах сыворотки крови с использованием стандартных тест-наборов фирмы «Диакон»

определяли показатели: *общего холестерина (Cholesterol DiaS)*; *глюкозы (Glucose GOD DiaS)*; *триглицеридов (Triglycerides DiaS)*.

Внутренний контроль качества результатов анализов проводили измерением калибровочных и контрольных материалов: контрольные сыворотки «Норма» (*TruLab N*) и «Патология» (*TruLab P*) (*DiaSys*, Германия); *мультикалибратор TruCal U* (*DiaSys*, Германия).

Проверку на нормальность распределения данных проводили с использованием тестов Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Поскольку изучаемые выборки не всегда подчинялись нормальному закону распределения, для сравнения групп использовались непараметрические методы. Изучаемые концентрации ртути и биохимические показатели крови впоследствии были логарифмически трансформированы. Для установления достоверности различий между группами сопоставления использовали критерий Манна-Уитни. Количественные данные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля). Качественные данные представлены в виде частот (%).

Оценка показателей крови и распространенности ССЗ проводилась с учетом принадлежности к квартилям по содержанию ртути в волосах. В работах такого плана корреляционная связь между Hg в волосах и показателями крови оценивалась с помощью линейного регрессионного анализа после поправки на возраст, распространенность ССЗ с помощью теста χ^2 .

На риск развития ССЗ влияет несколько факторов. Для выделения статистически достоверной зависимости использовали множественный логистический регрессионный анализ с вычислением *отношения шансов* (ОШ) вероятности события и 95% *доверительного интервала* (ДИ). Концентрации ртути в волосах распределяли по квартилям и использовались как зависимые переменные в множественной логистической регрессии, а дихотомические переменные наличия/отсутствия артериальной гипертензии использовались как независимые переменные.

Особое внимание обращалось на людей с частотой употребления рыбы ≥ 1 раза/неделю, так как употребление рыбы реже, чем 1 раз в неделю не показало статистически достоверных результатов.

Значение ОШ с 95% доверительным интервалом, которое не включало значение 1,0 в свой диапазон, считалось статистически значимым.

Во всех случаях различия считали статистически достоверными при уровне $P \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Средний возраст обследуемых лиц составил 53 года (мужчин – 55 лет, женщин – 53 года), медиана составила 57 (для мужчин – 58, для женщин – 56). Медианные значения биохимических параметров крови показали статистически значимые различия между мужчинами и женщинами. Возраст ($p=0,17$) и концентрация ртути в волосах ($p=0,26$) в зависимости от пола не показало статистически достоверной разницы. Доля курящих пациентов, лиц с гипергликоземией, СД 2-го типа и ССЗ была выше среди мужчин.

Повышение уровней ртути в волосах коррелировало с увеличением холестерина и триглицеридов у женщин. У мужчин достоверных увеличений биохимических показателей крови не отмечалось (табл. 1).

Таблица 1

Биохимические параметры крови по полу с учетом принадлежности к квартилям (Q) по содержанию ртути в волосах

| Показатели | Квартили Hg | | | | P |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|
| | Q 1 ≤0,184 | Q 2 0,185-0,359 | Q 3 0,360-0,640 | Q 4 ≥0,641 | |
| Женщины (n=904) | | | | | |
| Холестерин (мм/л) | 4,70 (4,20-5,23) | 4,84 (4,24-5,65) | 4,90 (4,44-5,86) | 5,04 (4,70-5,79) | <0,001 |
| Глюкоза (мм/л) | 5,21 (4,54-5,85) | 5,15 (4,55-5,88) | 5,37 (4,77-5,97) | 5,40 (4,90-5,84) | 0,06 |
| Триглицериды (мм/л) | 1,00 (0,71-1,33) | 0,95 (0,73-1,33) | 1,18 (0,82-1,58) | 1,14 (0,81-1,44) | 0,01 |
| Мужчины (n=342) | | | | | |
| Холестерин (мм/л) | 4,66 (3,96-5,33) | 4,85 (4,11-5,30) | 4,90 (4,22-5,70) | 4,99 (4,00-5,65) | 0,36 |
| Глюкоза (мм/л) | 5,46 (4,80-7,00) | 5,60 (4,76-7,90) | 5,70 (5,03-7,10) | 5,90 (5,25-7,20) | 0,47 |
| Триглицериды (мм/л) | 1,23 (0,76-1,54) | 1,12 (0,82-1,59) | 1,17 (0,94-1,41) | 1,25 (0,85-1,75) | 0,30 |

Для оценки различий в частоте употребления рыбы в пищу и встречаемости ССЗ в зависимости от содержания ртути в волосах субъекты были дополнительно разделены на квартили по концентрации ртути в волосах. Затем частоту употребления рыбы и встречаемость ССЗ сравнивали по каждому из квартилей. Как у мужчин, так и у женщин с увеличением значений частоты употребления рыбы в пищу и встречаемости ССЗ статистически значимо повышались концентрации ртути в волосах.

Отношение шансов наличия АГ у пациентов было статистически значимо выше в максимальных квартилях ртути:

- 1) в анализе без корректировки:
 - у женщин в 2,15 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,47-3,15);
 - у мужчин в 2,20 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,13-4,27);
- 2) в анализе, скорректированном с поправкой на возраст:
 - у женщин в 2,04 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,34-3,12);
 - у мужчин достоверной связи не было выявлено;
- 3) в анализе, скорректированном с поправкой на частоту употребления рыбы в пищу (≥ 1 раза/неделю):
 - у женщин в 2,54 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,69-3,79);
 - у мужчин в 2,53 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,26-5,04);
- 4) в анализе, скорректированном с поправкой на частоту употребления рыбы в пищу (≥ 1 раза/неделю) и возраст:
 - у женщин в 2,78 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,77-4,36);
 - у мужчин в 2,14 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,10-4,36);
- 5) в анализе, скорректированном с поправкой на возраст, гипергликоземию/СД 2-го типа, курение:
 - у женщин в 1,92 раза выше в Q4, чем в Q1 (95% ДИ: 1,24-2,93);
 - у мужчин достоверных связей не наблюдалось.

Анализ результатов ОШ наличия АГ показал различие между мужчинами и женщинами. Анализ регрессионных моделей 2 и 5 у мужчин не показал достоверных результатов, а результаты модели 4 были ниже в отличие от женщин.

Исследования подтверждают, что тяжелые металлы являются факторами развития риска ССЗ [9]. В исследованиях биомониторинга, проведенных в Германии, США отмечалась значимая связь частоты потребления рыбы с повышенным уровнем ртути в крови [5,10]. Поскольку, содержание ртути в крови и волосах хорошо коррелирует [14], можно предположить, что у жителей Вологодской области концентрация ртути в крови в 250 раз ниже, чем в волосах [8].

В данном исследовании с увеличением частоты употребления рыбы повышался и уровень Hg в волосах. Постоянное потребление рыбы постепенно приводит к накоплению ртути в организме, которое оказывает токсичное влияние на организм человека и его здоровье. Однако рыба является важным компонентом здорового питания человека [12] и поэтому крайне важно использовать выгоды от употребления рыбы при минимальном воздействии ртути.

В Российской Федерации биологически допустимым уровнем ртути в волосах считается 5,0 мг/кг [1]. Агентство по охране окружающей среды США (US EPA) установило референтную дозу (RfD) для ртути в волосах человека 1 мг/кг [11].

Содержание ртути в волосах населения Вологодской области показало, что уровни Hg были выше в группах с высокой частотой встречаемости ССЗ. Среди биохимических показателей общий холестерин и триглицериды статистически значимо повышались с увеличением Hg в волосах у женщин. Результаты исследований Корейского национального обследования здоровья и питания, о том, что липопротеины высокой плотности (ЛПВП) имеют тенденцию к увеличению по мере повышения уровня ртути в крови у женщин [6]. Высокие уровни ртути в группах с менее частым потреблением рыбы могут быть вызваны другими факторами, такими как воздействие окружающей среды, профессиональной деятельности, курение.

В нашем исследовании ОШ наличия АГ было статистически достоверно связано с уровнями ртути в волосах, как у мужчин, так и у женщин. Исходя из этого, следует, что более высокий уровень ртути в волосах может быть связан с риском развития АГ у жителей Вологодской области. Связь между токсичностью ртути и АГ была подтверждена в зарубежных исследованиях [9]. Расчет моделей ОШ наличия АГ у мужчин показал менее достоверные результаты в отличие от женщин. Возможно, мужчины более устойчивы к влиянию ртути и большее воздействие у них оказывают другие факторы, такие как курение, гипергликоземия/СД 2-го типа.

Хорошо известно, что рыба обладает кардиозащитными свойствами [12], но потребление рыбы является одной из основных причин воздействия ртути на организм человека. У жителей Вологодской области, участвовавших в исследовании, медианные значения ртути в волосах составляли 0,384 мг/кг у мужчин и 0,346 мг/кг у женщин, что не превышало рекомендованного безопасного значения, как для РФ (5,0 мг/кг), так и для США (1 мг/кг). Однако данное исследование свидетельствует, что концентрация

ртути в волосах увеличивалась с потреблением рыбы, а чем выше уровень ртути в волосах, тем выше частота встречаемости ССЗ и ОШ наличия АГ. Таким образом, высокий уровень ртути в волосах из-за частого употребления рыбы может увеличить риск развития ССЗ.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что ртуть является фактором развития риска ССЗ, даже при уровнях ее накопления в волосах ниже установленных нормативов. Показатели кардиологического профиля имели достоверную связь с содержанием ртути в волосах. Однако, при расчете ОШ наличия АГ, не всегда было статистически достоверно от уровней ртути в волосах и можно сказать, это правило распространяется не на все население Вологодской области, а только имеющих отрицательный статус курения, гипергликоземии/СД 2-го типа. Так, после поправки на частоту употребления рыбы, возраст, гипергликоземию/СД 2-го типа, курение были выявлены значимые связи между уровнем ртути в волосах и гипертензией в большей степени у женщин.

Выводы:

1. Медианные значения ртути в волосах у жителей Вологодской области составляет 0,384 мг/кг у мужчин и 0,346 мг/кг у женщин, что не превышало рекомендованного безопасного значения, как для РФ (5,0 мг/кг), так и для США (1 мг/кг).

2. Потребление рыбы является определяющим фактором накопления ртути в организме.

3. Ртуть является фактором развития риска ССЗ, даже при уровнях ее накопления в волосах ниже установленных нормативов.

Литература

1. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия (утв. Минприроды РФ 30 ноября 1992 г.). М., 1992. 65 с.

2. Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2017 году (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств). Москва: Федеральная служба государственной статистики, 2018. 79 с.

3. Шувалова О.П., Иванова Е.С., Комов В.Т. Влияние накопления ртути на состояние здоровья женщин репродуктивного возраста // ЗНиСО. 2018. № 11 (307). С. 36–39.

4. Asgary S., Movahedian A., Keshvari M., Taleghani M., Sahebkar A., Sarrafzadegan N. Serum levels of lead, mercury and cadmium in relation to coronary artery disease in the elderly: A cross-sectional study // Chemosphere. 2017. Vol. 180. P. 540–544.

5. Becker K., Schroeter-Kermani C., Seiwert M., Rütger M., Conrad A., Schulz C. German health-related environmental monitoring: assessing time trends of the general population's exposure to heavy metals // Int. J. Hyg. Environ. Health. 2013. Vol. 216, № 3. P. 250–254.

6. Cho Y.M. Fish consumption, mercury exposure, and the risk of cholesterol profiles: findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2011 // Environ. Health Toxicol. 2017. Vol. 32. P. e2017014.

7. Gibb H., O'Leary K.G., Sarkar S.K., Wang J., Liguori L., Rainis H., Smith K.A., Chatterjee M. Hair mercury concentrations in residents of Sundarban and Calcutta, India // Environmental Research. 2016. Vol. 150. P. 616–621.

8. Horvat M., Snoy T.J., Miklavcic A. Mercury: biomarkers of exposure and human biomonitoring. Biomarkers and human biomonitoring // Royal Society of Chemistry. 2011. Vol.1. P. 381–417.

9. Martins Jr A. da Cunha., Carneiro M.F.H., Grotto D., Adeyemi J.A., Barbosa Jr. F. Arsenic, cadmium and mercury - induced hypertension: mechanisms and epidemiological findings // J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev. 2018. Vol. 21. P. 61–82.

10. Mortensen M.E., Caudill S.P., Caldwell K.L., Ward C.D., Jones R.L. Total and methyl mercury in whole blood measured for the first time in the U.S. population: NHANES 2011-2012 // Environ. Res. 2014. Vol. 134. P. 257–264.

11. NAS. Toxicological Effects of Methylmercury. Washington (DC): National Academy of Sciences, 2000. 344 p.

12. Nielsen S.J., Kit B.K., Aoki Y., Ogden C.L. Seafood consumption and blood mercury concentrations in adults aged ≥ 20 y, 2007–2010 // Am. J. Clin. Nutr. 2014. Vol. 99. P. 1066–1070.

13. Rumiantseva O.Y., Ivanova E.S., Elizarova A.S., Komov V.T., Podduobnaia N.Y. Mercury Levels in the Hair Of Indigenous Population of the Coastal Area of the Vologda Region, Russia // Advances in Engineering Research. 2018. Vol. 177. P. 112–116.

14. WHO/UNEP. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva, Switzerland: WHO/UNEP, 2008. 170 p.

15. Williams J.R. Medical Ethics Manual. 3rd edition. Ferney – Voltaire: World Medical Association, 2015. 134 p.

References

1. Kriterii ocenki jekologicheskoy obstanovki territorij dlja vyjavlenija zon chrezvychajnoj jekologicheskoy situacii i zon jekologicheskogo bedstvija (utv. Minprirody RF 30 nojabrja 1992 g.) [Criteria for assessing the ecological situation of territories for identifying zones of an emergency ecological situation and zones of ecological disaster (approved by the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation)]. Moscow; 1992. Russian.
2. Potreblenie produktov pitaniya v domashnih hozjajstvah v 2017 godu (po itogam vyborochnogo obsledovanija bjudzhetov domashnih hozjajstv) [Food consumption in households in 2017 (based on the results of a sample survey of household budgets)]. Moskva: Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki; 2018. Russian.
3. Shuvalova OP, Ivanova ES, Komov VT. Vlijanie nakoplenija rtuti na sostojanie zdorov'ja zhenshin reproduktivnogo vozrasta [The influence of mercury accumulation on the health status of women of reproductive age]. ZNiSO. 2018;11(307):36-9. Russian.
4. Asgary S, Movahedian A, Keshvari M, Taleghani M, Sahebkar A, Sarrafzadegan N. Serum levels of lead, mercury and cadmium in relation to coronary artery disease in the elderly: A cross-sectional study. *Chemosphere*. 2017;180:540-4.
5. Becker K, Schroeter-Kermani C, Seiwert M, R  ther M, Conrad A, Schulz C. German health-related environmental monitoring: assessing time trends of the general population's exposure to heavy metals. *Int. J. Hyg. Environ. Health*. 2013;216(3):250-4.
6. Cho YM. Fish consumption, mercury exposure, and the risk of cholesterol profiles: findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2010-2011. *Environ. Health Toxicol*. 2017;32:e2017014.
7. Gibb H, O'Leary KG, Sarkar SK, Wang J, Liguori L, Rainis H, Smith KA, Chatterjee M. Hair mercury concentrations in residents of Sundarban and Calcutta, India. *Environmental Research*. 2016;150:616-21.
8. Horvat M, Snoy TJ, Miklavcic A. Mercury: biomarkers of exposure and human biomonitoring. *Biomarkers and human biomonitoring*. Royal Society of Chemistry. 2011;1:381-417.
9. Martins Jr A. da Cunha, Carneiro MFH, Grotto D, Adeyemi JA, Barbosa JrF. Arsenic, cadmium and mercury - induced hypertension: mechanisms and epidemiological findings. *J. Toxicol. Environ. Health B Crit. Rev*. 2018;21:61-82.
10. Mortensen ME, Caudill SP, Caldwell KL, Ward CD, Jones RL. Total and methyl mercury in whole blood measured for the first time in the U.S. population: NHANES 2011-2012. *Environ. Res*. 2014;134:257-64.
11. NAS. Toxicological Effects of Methylmercury. Washington (DC): National Academy of Sciences; 2000.
12. Nielsen SJ, Kit BK, Aoki Y, Ogden CL. Seafood consumption and blood mercury concentrations in adults aged ≥ 20 y, 2007–2010. *Am. J. Clin. Nutr*. 2014;99:1066-70.
13. Rumiantseva OY, Ivanova ES, Elizarova AS, Komov VT, Podduobnaia NY. Mercury Levels in the Hair Of Indigenous Population of the Coastal Area of the Vologda Region, Russia. *Advances in Engineering Research*. 2018;177:112-6.
14. WHO/UNEP. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva, Switzerland: WHO/UNEP; 2008.
15. Williams JR. Medical Ethics Manual. 3rd edition. Ferney – Voltaire: World Medical Association; 2015.

Библиографическая ссылка:

Шувалова О.П., Иванова Е.С., Комов В.Т. Потребление рыбы, содержание ртути в волосах и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у жителей Вологодской области (северо-запад России) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2021. №4. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-9.pdf> (дата обращения: 31.08.2021). DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-9*

Bibliographic reference:

Shuvalova OP, Ivanova ES, Komov VT. Potreblenie ryby, sodержanie rtuti v volosah i risk razvitiya serdechno-sosudistykh zabolevanij u zhitelej Vologodskoj oblasti (severo-zapad Rossii) [Fish consumption, mercury content in hair and the risk of developing cardiovascular diseases in residents of the Vologda region (north-west of Russia)]. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2021 [cited 2021 Aug 31];4 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/3-9.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-4-3-9

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2021-4/e2021-4.pdf>