

Ф.С. Торубаров, З.Ф. Зверева, И.А. Галстян, Н.А. Метляева

ОСОБЕННОСТИ КЛИНИЧЕСКИХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПЕРВИЧНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ РАДИАЦИОННОМ ПОРАЖЕНИИ (РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ И МЕХАНИЧЕСКАЯ ТРАВМА ГОЛОВЫ)

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, Москва

Контактное лицо: Зоя Фёдоровна Зверева, e-mail: zvereva01@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Описать на основании данных литературы особенности первичной реакции человека при комбинированном радиационном поражении – радиационное воздействие и механическая травма головы – с целью обоснования возможности использования симптомов первичной реакции для прогнозирования степени тяжести острой лучевой болезни (ОЛБ).

Материал и методы: Анализ данных литературы.

Результаты: На основе литературных данных описаны клинические симптомы первичной реакции при радиационном поражении человека в различном диапазоне доз и черепно-мозговых травм:

- сотрясение головного мозга;
- ушиб головного мозга легкой степени;
- ушиб головного мозга средней степени.

Для характеристики клинической картины сочетанного воздействия лучевого поражения и механической травмы головы симптомы первичной реакции были сопоставлены с симптомами черепно-мозговых травм. Такие симптомы первичной реакции как рвота, тошнота, головная боль, головокружение при самой тяжёлой форме черепно-мозговых травм – ушибе головного мозга средней степени – диагностируются несколько чаще, чем при ОЛБ. При менее тяжёлых формах черепно-мозговых травм – сотрясении головного мозга, ушибе головного мозга легкой степени – частота и степень выраженности этих симптомов близка к острой лучевой болезни.

В сложной клинической картине сочетанного лучевого воздействия и черепно-мозговых травм наиболее различающимися симптомами двух компонентов комбинированного радиационного поражения являются состояние сознания и характеристика кожных покровов.

Заключение: Клинические симптомы первичной реакции на радиационное воздействие в условиях комбинированного радиационного поражения при наличии травмы головы теряют свою диагностическую значимость для раннего прогноза степени тяжести развивающейся ОЛБ. В клинической картине комбинированного лучевого воздействия и механической травмы головы в качестве наиболее выраженных ведущих компонентов следует выделить состояние сознания и характеристику кожных покровов.

Ключевые слова: комбинированное радиационное поражение, механическая травма головы, первичная реакция

Для цитирования: Торубаров Ф.С., Зверева З.Ф., Галстян И.А., Метляева Н.А. Особенности клинических проявлений первичной реакции при комбинированном радиационном поражении (радиационное воздействие и механическая травма головы) // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2023. Т. 68. № 3. С. 16–20. DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-3-16-20

F.S. Torubarov, Z.F. Zvereva, I.A. Galstyan, N.A. Metlyayeva

Features of Clinical Manifestations of the Primary Reaction in Combined Radiation Injury (Radiation Exposure and Mechanical Head Injury)

A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russia

Contact person: Z.F. Zvereva, e-mail: zvereva01@yandex.ru

ABSTRACT

Purpose: To describe, on the basis of literature data, the features of the primary reaction of a person with a combined radiation injury – radiation exposure and mechanical head injury – in order to substantiate the possibility of using the symptoms of the primary reaction to predict the severity of acute radiation sickness (ARS).

Material and methods: Analysis of literature data.

Results: Based on the literature data, the clinical symptoms of the primary reaction in human radiation damage in a different dose range, and traumatic brain injuries are described: – concussion of the brain; – mild brain injury; – moderate brain injury.

To characterize the clinical picture of the combined effects of radiation injury and mechanical head injury, the symptoms of the primary reaction were compared with the symptoms of traumatic brain injury. Such symptoms of the primary reaction as vomiting, nausea, headache, dizziness in the most severe form of traumatic brain injury – a moderate brain injury – are diagnosed somewhat more often than in acute radiation sickness. In less severe forms of traumatic brain injury – concussion, mild brain injury – the frequency and severity of these symptoms are close to ARS.

In the complex clinical picture of combined radiation exposure and traumatic brain injury, the most different symptoms of the two components of combined radiation damage are the state of consciousness and the characteristics of the skin.

Conclusion: Clinical symptoms of the primary reaction to radiation exposure in conditions of combined radiation damage in the presence of head trauma lose their diagnostic significance for the early prognosis of the severity of developing ARS. In the clinical picture of com-

bined radiation exposure and mechanical head injury, the most pronounced leading components should be the state of consciousness and the characteristics of the skin.

Keywords: *combined radiation injury, mechanical head injury, primary reaction*

For citation: Torubarov FS, Zvereva ZF, Galstyan IA, Metlyaeva NA. Features of Clinical Manifestations of the Primary Reaction in Combined Radiation Injury (Radiation Exposure and Mechanical Head Injury). *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2023;68(3):16–20. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2023-68-3-16-20

Введение

Анализ последствий применения ядерного оружия (атомная бомбардировка городов Хиросима и Нагасаки), показал, что среди пострадавших наблюдается большое число лиц с комбинированными радиационными поражениями (КРП) [1]. Предполагается, что ведение боевых действий в современных условиях – с применением ядерного оружия – также будет сопровождаться большим числом пострадавших с КРП. Эти пострадавшие могут составить значительную, а то и преобладающую часть санитарных потерь, что неизбежно отразится на характере лечебно-эвакуационных мероприятий [2].

КРП представляет многокомпонентный патологический процесс, развивающийся при одновременном воздействии на человека проникающей радиации и нелучевых поражающих факторов. Различают следующие наиболее типичные комбинации лучевых и нелучевых поражений [1–3]:

1. Радиационно-механические травмы.
2. Радиационно-термические травмы.
3. Радиационно-механо-термические травмы.

Сочетание клинических проявлений радиационной патологии и симптомов механических, а также термических травм формирует своеобразную клиническую картину, которая рассматривается как наиболее характерная особенность КРП [3]. Как вторая характерная особенность КРП отмечается преобладание в каждый конкретный момент патологического процесса наиболее выраженного так называемого ведущего компонента [3]. В качестве третьей характерной особенности КРП отмечается феномен взаимного отягощения нелучевых и лучевых компонентов, что проявляется более тяжелым течением патологического процесса, чем это свойственно каждому из компонентов в отдельности [3].

Степень тяжести КРП и, соответственно, прогноз для жизни и здоровья пострадавших, зависят от вида и тяжести компонентов поражения. В зависимости от патологического процесса различают КРП легкой степени, средней тяжести, тяжелые и крайне тяжелые [3, 4].

Сочетание лучевого воздействия с механической травмой головы обуславливает особенности клинических проявлений первичной реакции, которые могут значительно меняться при комбинированном поражении. В условиях КРП в первые часы у медработников не всегда имеются (и могут иметься) данные о дозе облучения пострадавших. Поэтому по характеру клинических симптомов первичной реакции в первые часы и сутки после травмы делается (и будет делаться) попытка оценить степень тяжести лучевого поражения. Это касается, в первую очередь, таких симптомов как изменение сознания, тошнота, рвота, головная боль, головокружение, которые отмечаются как при первичной реакции, так и при механической травме головы [5–7].

Задачей исследования явилось описание на основании данных литературы особенностей первичной реакции человека при КРП – радиационное воздействие и механическая травма головы – с целью обоснования возможности использования симптомов первичной реакции для прогнозирования степени тяжести острой лу-

чевой болезни.

Для решения этой задачи были проанализированы:

- клинические симптомы первичной реакции при радиационном поражении человека в различном диапазоне доз,
- клинические симптомы черепно-мозговой травмы головы (ЧМТ).

Далее симптомы первичной реакции были сопоставлены с клиническими проявлениями ЧМТ, что позволило охарактеризовать клиническую картину комбинированного лучевого воздействия и механической травмы головы.

Результаты и обсуждение

Клинические симптомы первичной реакции при радиационном поражении человека в различном диапазоне доз

В зависимости от полученной дозы внешнего облучения диагностируются лучевые реакции или острая лучевая болезнь (ОЛБ). Лучевые реакции диагностируются при дозе облучения до 1 Гр. При облучении в больших дозах диагностируется ОЛБ различной степени тяжести.

Различают 4 степени костномозговой (курабельной) формы ОЛБ [5–7]:

- лёгкая (доза облучения 1–2 Гр);
- средняя (доза облучения 2–4 Гр);
- тяжёлая (доза облучения 4–6 Гр);
- крайне тяжёлая (доза облучения 6–10 Гр).

Симптомы первичной реакции в различном диапазоне доз изучены и описаны в литературе достаточно хорошо [5–7]. При облучении в дозе до 1 Гр первичной реакции не наблюдается. Симптомы первичной реакции различной степени выраженности возникают при облучении в дозе больше 1 Гр [5]. По времени возникновения симптомов первичной реакции и степени их выраженности можно прогнозировать степень тяжести лучевого поражения [5–7]. Клинические симптомы первичной реакции при различной степени тяжести ОЛБ приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что при всех степенях тяжести ОЛБ у пострадавших отмечаются рвота, головная боль, головокружение, общая слабость. Степень выраженности этих симптомов зависит от дозы облучения.

Клинические симптомы ЧМТ

Черепно-мозговые травмы делятся на:

- сотрясение головного мозга;
- ушиб головного мозга легкой степени;
- ушиб головного мозга средней степени.

Сотрясение головного мозга (СГМ)

При СГМ, как правило, отмечается наличие наружных повреждений в виде ссадин, кровоподтёков и ран. Наиболее частыми в первые часы и сутки являются жалобы на головную боль (умеренную), головокружение (умеренное), тошноту (легкую) и рвоту (однократную). Возможна кратковременная потеря сознания от нескольких секунд до полминуты. Совместное появление 3 признаков – головной боли, наличия наружных повреждений в виде ссадин, кровоподтёков, ран, а также кратко-

Таблица 1

**Клинические симптомы первичной реакции
при различной степени тяжести ОЛБ**
**Clinical symptoms of the primary reaction
in various degrees of severity of acute radiation sickness**

Клиниче-ские сим-птомы	Степень тяжести ОЛБ			
	I	II	III	IV
Сознание	Ясное	Ясное	Ясное	Может быть спутанным
Рвота	Через 2–3 ч однократная	Через 1–2 ч повторная	Через 30 мин многократная	Через 5–20 мин неукротимая
Понос	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Может быть
Головная боль	Кратко-временная	Умеренная	Умеренная	Сильная
Головокружение	Лёгкое	Лёгкое	Умеренное	Умеренное
Общая слабость	Нет или лёгкая	Умеренная	Выраженная	Резчайшая
Состояние видимых слизистых	Нормальное	Лёгкая гиперемиа	Умеренная гиперемиа	Выраженная гиперемиа
Температура тела	Нормальная	Субфебрильная	Субфебрильная	Высокая 38°–39°
Длительность первичной реакции	Нет или несколько часов	До 1 сут	До 2 сут	Более 2 сут

временной потери сознания могут указывать на наличие у пострадавшего СГМ [8–12].

Ушиб головного мозга легкой степени (УГМЛС)

УГМЛС характеризуется наличием структурных повреждений мозговой ткани в виде макроскопически определяемых очагов деструкции и кровоизлияний. Возникает УГМЛС как в результате непосредственного воздействия механической энергии на вещество мозга, так и вследствие удара мозга о противоположащие стенки черепа или большой серповидный отросток, мозжечковый намет.

УГМЛС в большинстве случаев не представляет угрозы для жизни пострадавшего. Отмечается следующая симптоматика:

- головная боль (сильная, 100 %),
- наличие наружных повреждений в виде ссадин, кровоподтеков и ран (100 %),
- потеря сознания (от 10 мин до 1 ч – 100 %),
- головокружение (умеренное, 77 %),
- тошнота на высоте головной боли (53 %),
- рвота на высоте головной боли (53 %),
- общая слабость (легкая).

Совместное появление 3 признаков – головной боли и наличия наружных повреждений в виде ссадин, кровоподтеков и ран, а также потеря сознания (длительностью от 10 мин до 1 ч) свидетельствуют о возможном наличии у пострадавшего УГМЛС [13, 14].

Ушиб головного мозга средней степени (УГМСС)

Под ушибом головного мозга средней степени понимается его повреждение, характеризующиеся макроскопически видимыми очагами деструкции, кровоизлияний и некрозов в коре и подкорковых структурах. На микрокопическом уровне повреждения представлены мелкоочаговыми кровоизлияниями, участками геморрагической имбиции мозговой ткани, небольшими очагами размягчения при общей сохранности структуры борозд, извилин, а также связей с мягкими мозговыми оболочками [11, 15, 16].

При УГМСС отмечаются наружные повреждения в виде ссадин, кровоподтеков и ран [11]. Как правило, эта травма сочетается с переломом костей основания или свода черепа [8, 11, 12, 15, 16]. Наблюдаются субарахноидальные кровоизлияния [11].

Наиболее часто при УГМСС определяются следующие симптомы [8, 11, 13, 14]:

- потеря сознания (от 10 мин до 5–6 ч) – 100 %,
- наличие наружных повреждений в виде ссадин, кровоподтеков и ран, переломы костей черепа (100 %),
- рвота (многократная, 98 %),
- тошнота (многократная, 98 %),
- головная боль (сильная, 87 %),
- головокружение (сильное, 56 %),
- общая слабость (умеренная, 100 %).

Совместное появление 3 признаков – головной боли, наличия наружных повреждений в виде ссадин, кровоподтеков и ран, переломов костей черепа, а также потеря сознания (длительностью от 10 мин до 5–6 ч) свидетельствуют о возможном наличии у пострадавшего УГМСС.

Клинические симптомы ЧМТ разной степени тяжести представлены в табл. 2.

Таблица 2

Клинические симптомы ЧМТ различной степени тяжести
Clinical symptoms of traumatic brain injury of varying severity

Клинические симптомы	Виды ЧМТ		
	СГМ	УГМЛС	УГМСС
Сознание	Ясное или потеря сознания до 30 сек	Потеря сознания от 2 мин до 1 ч	Потеря сознания от 10 мин до 5–6 ч
Рвота	Нет или однократная	На высоте головной боли однократная или повторная	Многократная
Тошнота	Нет или лёгкая	На высоте головной боли однократная или повторная	Многократная, не связана со рвотой
Головная боль	Умеренная	Сильная	Сильная
Головокружение	Умеренное	Умеренное	Сильное
Общая слабость	Нет или лёгкая	Лёгкая	Умеренная
Состояние кожных покровов головы и костей черепа	Ссадины, кровоподтёки, раны	Ссадины, кровоподтёки, раны	Ссадины, кровоподтёки, раны, перелом костей черепа
Длительность начальной стадии клинических проявлений	От нескольких секунд до 10 мин	10–60 мин	Более 2-х сут

Из табл. 2 видно, что при всех трёх видах ЧМТ отмечаются следующие общие симптомы: головная боль + наружные повреждения + потеря сознания.

- При СГМ отмечаются: головная боль + наружные повреждения в виде ссадин, кровоподтеков, ран + кратковременная потеря сознания (от нескольких секунд до 10 мин).
- При УГМЛС отмечаются: головная боль + наружные повреждения в виде ссадин, кровоподтеков, ран, переломов костей черепа + потеря сознания (до 1 ч).
- При УГМСС отмечаются: головная боль + наружные повреждения в виде ссадин, кровоподтеков, ран, переломов костей черепа + потеря сознания (до 5–6 ч).

Симптомы первичной реакции [5, 6] были далее сопоставлены с симптомами ЧМТ для характеристики клинической картины сочетанного воздействия лучевого поражения и механической травмы головы (табл. 3).

Из таблицы видно, что симптомы первичной реакции такие как рвота, тошнота, головная боль, головокружение при УГМСС – самой тяжёлой форме ЧМТ из рассматриваемых – диагностируются несколько чаще, чем при ОЛБ. При менее тяжёлых формах ЧМТ – СГМ, УГМЛС – частота и степень выраженности этих симптомов близки к ОЛБ. Клиническая картина рассматриваемого КРП характеризуется, таким образом, практически одинаковой частотой симптомов, сходных при первичной реакции и ЧМТ. Исходя из приведенных данных, можно заключить, что симптомы первичной реакции при комбинированном поражении могут терять свою диагностическую значимость для прогноза тяжести ОЛБ.

Следует отметить, что в сложной клинической картине сочетанного лучевого воздействия и ЧМТ наиболее различающимися симптомами двух компонентов КРП являются состояние сознания и характеристика кожных покровов. Сознание при ОЛБ I, II, и III-й степени тяжести остается ясным, и только при ОЛБ IV-й степени оно может быть спутанным.

При ЧМТ отмечается потеря сознания:

- до 30 сек при СГМ;
- от 2 мин до 1 ч при УГМЛС;
- от 10 мин до 5–6 ч при УГМСС.

Частота потери сознания составляет от 68 % при СГМ и до 100 % при УГМЛС и УГМСС.

Кожные покровы не изменены при ОЛБ (100 %), и повреждены при ЧМТ. При СГМ ссадины, кровоподтёки, раны отмечаются в 84 %. При УГМЛС и УГМСС – в 100 %. При УГМСС они ещё сочетаются с переломами костей черепа.

На основании приведенных данных можно заключить, что в клинической картине комбинированного лучевого воздействия и механической травмы головы в качестве наиболее выраженных ведущих компонентов можно выделить состояние сознания и характеристику кожных покровов.

Заключение

Проведенный анализ особенностей клинических проявлений первичной реакции при комбинированном поражении (радиационное воздействие и механическая травма головы) выявил следующее:

- клинические симптомы первичной реакции на радиационное воздействие в условиях КРП теряют свою диагностическую значимость для раннего прогноза степени тяжести развивающейся ОЛБ;
- в клинической картине сочетанного лучевого воздействия и механической травмы головы в качестве наиболее выраженных ведущих компонентов следует выделить состояние сознания и характеристику кожных покровов.

Таблица 3

Клинические симптомы, общие для первичной реакции при ОЛБ и при ЧМТ различной степени тяжести (характеристика симптомов и % выявления)
Clinical symptoms common to the primary reaction in OLB and TBI of varying severity (characteristic of symptoms and % of detection)

Клинические симптомы	Степень тяжести ОЛБ				Виды ЧМТ		
	I	II	III	IV	СГМ	УГМЛС	УГМСС
Сознание	Ясное 100 %	Ясное 100 %	Ясное 100 %	Может быть спутанным	Ясное / потеря сознания до 30 сек 68 %	Потеря сознания от 2-х мин до 1 ч 100 %	Потеря сознания от 10 мин до 5–6 ч 100 %
Рвота	Через 2–3 ч однократная 54,1 %	Через 1–2 ч повторная 93 %	Через 30 мин многократная 95,2 %	Через 5–20 мин неукротимая 100 %	Нет или однократная 25 %	На высоте головной боли однократная или повторная 53 %	Многократная 98 %
Тошнота	16,6 %	23,8 %	75 %	95,3 %	Нет или лёгкая 25 %	На высоте головной боли однократная или повторная 53 %	Многократная, не связана со рвотой 98 %
Головная боль	Кратковременная 51,1 %	Умеренная 62,5 %	Умеренная 85,7 %	Сильная 100 %	Умеренная 98 %	Сильная 100 %	Сильная 100 %
Головокружение	Лёгкое 16,6 %	Лёгкое 23,8 %	Умеренное 95,3 %	Умеренное 100 %	Умеренное 56 %	Умеренное 77 %	Сильное 100 %
Состояние кожных покровов головы и костей черепа	Неповрежденные 100 %	Неповрежденные 100 %	Неповрежденные 100 %	Неповрежденные 100 %	Ссадины, кровоподтёки, раны 84 %	Ссадины, кровоподтёки, раны 100 %	Ссадины, кровоподтёки, раны, перелом костей черепа 100 %

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Комбинированные радиационные поражения: патогенез, клиника, лечение / Под ред. Цыба А.Ф., Фаршатова М.Н. М.: Медицина, 1992. 288 с.
2. Силыгин С.Б. Комбинированные радиационные черепно-мозговые поражения: Экспериментальное исследование: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. 2002. 22 с.
3. Легеза В. И., Гребенюк А. Н., Бояринцев В. В. Комбинированные радиационные поражения и их компоненты. СПб: ООО «Издательство Фолиант», 2015. 216 с. ISBN 978-5-93929-254-2.
4. Хоруженко А.Ф. Комбинированные радиационные поражения при чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени // Стратегия гражданской защиты: проблемы и исследования. 2014. Т.4. № 1. С. 310-23.
5. Хромов Б.М. Комбинированные лучевые поражения. М.: МЕДГИЗ, 1959. 343 с.
6. Гребенюк А.Н., Легеза В.И., Евдокимов В.И., Салухов В.В., Тимошевский А.А. Клиника, профилактика и лечение радиационных поражений. Ч. 2 // Радиационная медицина: Учеб. пособие / Под ред. Алексанина С.С., Гребенюка А.Н. СПб.: Политехника-сервис, 2013. 156 с.
7. Торубаров Ф.С., Зверева З.Ф. Неврологические аспекты острой лучевой болезни человека (клинические наблюдения). М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. 2009. 208 с.

8. Бывальцев В.А. Черепно-мозговая травма: Учебное пособие / Под ред. Бывальцева В.А., Калинина А.А. и др. Иркутск: ИГМУ, 2018. 154 с.
9. Яковлев Н.А., Каргаполов А.В., Фомичев В.В., Слюсарь Т.А. Способ дифференциальной диагностики сотрясения головного мозга и ушиба головного мозга лёгкой степени. Патент на изобретение RU 2207572 C1, 27.06.2003. Заявка № 2001133578/14 от 10.12.2001.
10. Манжурцев А.В., Васюкова О.Р., Меньшиков П.Е., Ублинский М.В., Мельников И.А., Ахадов Т.А., Семенова Н.А. Предварительное исследование микроструктуры мозга методом диффузионно-тензорной томографии в остром периоде сотрясения головного мозга // Исследования и практика в медицине. 2019. Т.6, № 4. С. 102-108.
11. Гайворонская В.И., Персичкина Н.В. Диагностическая значимость клинико-морфологических проявлений черепно-мозговой травмы разной степени тяжести // Проблемы экспертизы в медицине. 2001. Т.1, № 4. С. 17-19.
12. Легкая черепно-мозговая травма: Клинические рекомендации. М., 2016. 23 с.
13. Каракулова Ю.В., Селянина Н. В., Ерошина О.А. Качество жизни больных в остром периоде черепно-мозговой травмы под влиянием нейротрофической терапии // Бюллетень Сибирской медицины. 2011. Т.10, № 2. С. 122-126.
14. Дроздова Е.А., Захаров В. В. Сравнительная оценка когнитивных нарушений в остром периоде черепно-мозговой травмы легкой и средней степени тяжести // Неврологический журнал. 2012. № 6. С. 12-18.
15. Лебедев В.В., Крылов В.В., Мартыненко А.В. Проблемы компьютерно-томографической классификации ушибов головного мозга // Альманах клинической медицины. 2001. № 4. С. 90-92.
16. Китаев В.М., Китаев С.В. Лучевая диагностика заболеваний головного мозга. М.: МЕДпресс-информ, 2015. 136 с.

REFERENCES

1. *Kombinirovannyye Radiatsionnyye Porazheniya: Patogenez, Klinika, Lechenie* = Combined Radiation Damage: Pathogenesis, Clinic, Treatment. Ed. Tsyba A.F., Farshatov M.N. Moscow, Meditsina Publ., 1992. 288 p. (In Russ.).
2. Silyavin S.B. *Kombinirovannyye Radiatsionnyye Cherepno-Mozgovyye Porazheniya: Eksperimentalnoye Issledovaniye* = Combined Radiation Craniocerebral Lesions: An Experimental Study. Extended Abstract of Candidate's thesis in Medicine. St. Petersburg Publ., 2002. 22 p. (In Russ.).
3. Legeza V. I., Grebenyuk A. N., Boyarintsev V. V. *Kombinirovannyye Radiatsionnyye Porazheniya i ih Komponenty* = Combined Radiation Damage and Their Components. St. Petersburg, Foliant Publ., 2015. 216 p. ISBN 978-5-93929-254-2 (In Russ.).
4. Khoruzhenko A.F. Combined Radiation Damage in Emergency Situations of Peacetime and Wartime. *Strategiya Grazhdanskoj Zashchity: Problemy i Issledovaniya*. 2014;4;1:310-23 (In Russ.).
5. Khromov B.M. *Kombinirovannyye Luchevyye Porazheniya* = Combined Radiation Lesions. Moscow, Medgiz Publ., 1959. 343 p. (In Russ.).
6. Grebenyuk A.N., Legeza V.I., Evdokimov V.I., Saluhov V.V., Timoshevskiy A.A. Clinic, Prevention and Treatment of Radiation Damage. Part 2. *Radiatsionnaya Meditsina* = Radiation Medicine. Studies. Manual. Ed. Aleksanin S.S., Grebenyuk A.N. St. Petersburg Publ., 2013. 156 p. (In Russ.).
7. Torubarov F.S., Zvereva Z.F. *Nevrologicheskiye Aspekty Ostroy Luchevoy Bolezni Cheloveka (Klinicheskiye Nablyudeniya)* = Neurological Aspects of Acute Human Radiation Sickness (Clinical Observations). Moscow, A.I. Burnasyan FMBC Publ., 2009. 208 p. (In Russ.).
8. Byvaltsev V.A. *Cherepno-Mozgovaya Travma* = Traumatic Brain Injury: Textbook. Ed. Byvaltsev V.A. Kalinin A.A., et al. Irkutsk Publ., 2018. 154 p. (In Russ.).
9. Yakovlev N.A., Kargapolov A.V., Fomichev V.V., Slyusar T.A. *Sposob Differentsialnoy Diagnostiki Sotryaseniya Golovnogo Mozga i Ushiba Golovnogo Mozga Lyogkoy Stepeni* = Method of Differential Diagnosis of Concussion and Mild Brain Injury. Patent for the Invention RU 2207572 C1, 27.06.2003. Application No. 2001133578/14 dated 10.12.2001 (In Russ.).
10. Manzhurtsev A.V., Vasyukova O.R., Menshchikov P.E., Ublinskiy M.V., Melnikov I.A., Akhadov T.A., Semenova N.A. Preliminary study of the microstructure of the brain by diffusion tensor tomography in the acute period of brain concussion. *Issledovaniya i Praktika v Meditsine* = Research in Practical Medicine Journal. 2019;6;4:102-108 (In Russ.).
11. Gayvoronskaya V.I., Persichkina N.V. Diagnostic Significance of Clinical and Morphological Manifestations of Traumatic Brain Injury of Varying Severity. *Problemy Ekspertizy v Meditsine* = Medical Examination Problems. 2001;1;4:17-19 (In Russ.).
12. *Legkaya Cherepno-Mozgovaya Travma* = Mild Traumatic Brain Injury. Clinical Recommendations. Moscow Publ., 2016. 23 p. (In Russ.).
13. Karakulova Yu.V., Selyanina N. V., Eroshina O.A. Quality of Life of Patients in the Acute Period of Traumatic Brain Injury Under the Influence of Neurotrophic Therapy. *Byulleten Sibirskoy Meditsiny* = Bulletin of Siberian Medicine. 2011;10;2:122-126 (In Russ.).
14. Drozdova E.A., Zakharov V. V. Comparative Assessment of Cognitive Impairment in the Acute Period of Traumatic Brain Injury of Mild and Moderate Severity. *Nevrologicheskiy Zhurnal* = Neurological Journal. 2012;6:12-18 (In Russ.).
15. Lebedev V.V., Krylov V.V., Martynenko A.V. Problems of Computed Tomographic Classification of Brain Contusions. *Almanakh Klinicheskoy Meditsiny* = Almanac of Clinical Medicine. 2001;4:90-92 (In Russ.).
16. Kitayev V.M., Kitayev S.V. *Luchevaya Diagnostika Zabolevaniy Golovnogo Mozga* = Radiation Diagnostics of Brain Diseases. Moscow MEDpress-Inform Publ., 2015. 136 p. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.
Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.
Поступила: 20.01.2022. Принята к публикации: 25.02.2023.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.
Financing. The study had no sponsorship.
Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.
Article received: 20.01.2022. Accepted for publication: 25.02.2023.